UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Planta de elaboración de hidromiel en La Rioja

Autor/es

MIGUEL GALÁN RUBIO

Director/es

Alberto Tascón Vegas

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Ingeniería Agrícola

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2019-20

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE GRADO

Título
PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA
Autor/es
Miguel Galán Rubio
Director/es
Alberto Tascón Vegas
Facultad
Facultad de Ciencia y Tecnología
Titulación
Grado en Ingeniería Agrícola
Departamento
Agricultura y Alimentación
Curso Académico
2019-2020

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencia y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Agrícola

PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA

Realizado por:

Miguel Galán Rubio

Tutelado por:

Alberto Tascón Vegas

Logroño, Septiembre, 2020

Memoria

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar el diseño y construcción de una planta elaboradora de hidromiel, la cual cumple con la normativa vigente a fecha de realización y dispondrá de las instalaciones, equipos y personal necesarios para que realice su actividad de una forma viable.

2. ANTECEDENTES

El proyecto siguiente se redacta como materia de la asignatura Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Agrícola de la Universidad de La Rioja, con el cual se accede a la titulación de dicho Grado.

3. PROMOTOR Y SITUACIÓN

- Promotor: Universidad de La Rioja, Facultad de Ciencia y Tecnología, sección de Industrias Agrarias y alimentarias. Calle Madre de Dios, 51, 26006, Logroño (La Rioja).

- Situación del Proyecto: Logroño (La Rioja), polígono industrial La Portalada III, Calle Valsalado, SN, parcela 20. Ref. catastral: 9307102WN4090N.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA

La industria se diseña y construye para producir un total de 601.141 L de hidromiel empleando para ello una jornada diurna de 8 horas durante 253 días al año.

Las instalaciones, equipos y mano de obra se han ajustado para obtener el mayor rendimiento al menor coste, pudiendo así obtener un producto lo más competitivo posible en el mercado, siempre teniendo presente la normativa vigente a fecha de ejecución del presente proyecto.

La parcela en la que se ubicará la obra será rectangular (65 x 50 m) y se encuentra totalmente nivelada. Se ubica en un polígono industrial que nos facilita las infraestructuras que nos permiten llevar a cabo la actividad industrial como son la energía eléctrica de alta y baja tensión, la red de alcantarillado público, servicio de depuración de aguas residuales, línea telefónica, abastecimiento de agua de la red pública y otros servicios citados en el Anejo Nº1: Estudio del medio físico.

Se dispone de las siguientes dimensiones de parcela:

- La superficie total de la parcela será de 3.250 m^2
- La superficie total construida será de 1.232 m^2, suponiendo un 37,9%
- La superficie pavimentada: 1.718 m^2

- La superficie ajardinada: 300 m^2

Con esta superficie es suficiente para la correcta maniobrabilidad de los vehículos que circulan por la zona pavimentada o para una futura ampliación.
La parcela donde se desarrollará la actividad industrial se encuentra colindante a:

- Norte: vegetación
- Sur: Calle Valsalado
- Este: parcela 03
- Oeste: parcela 09

5. CONDICIONES URBANÍSTICAS

La edificación y urbanización se ha realizado teniendo en cuenta lo recogido en la Ordenanza de Planes Parciales y Especiales y Normas Complementarias del Ayuntamiento de Logroño.

La parte ajardinada contará con 16 robles de hoja persistente *Quercus robur* y 27 arbustos de hoja persistente *Ligustrum japonicum*.

En la zona pavimentada se encontrarán las debidas indicaciones de circulación de vehículos, 10 plazas de aparcamiento reservados para visita con una de ellas preparada para personas con movilidad reducida y 9 plazas reservadas para los trabajadores de la industria, como se desarrolla en el Anejo Nº7: Obra civil.

La parcela cuenta con dos entradas y salidas, una de 4 metros para turismos y otra de 10 metros para la entrada de camiones, ambas con un sistema de puerta corredera automática.

6. ACTIVIDAD A DESARROLLAR

6.1. Plan productivo

Se proyecta un trabajo de lunes a viernes con descanso en días festivos a nivel nacional y local, quedando con esto un total de 253 días laborables en el año de ejecución del presente proyecto.

La industria no se considera estacional dado que realiza su actividad industrial de una forma que se consigue una producción estable durante todo el año, por lo que también se puede definir las producciones.

La planta se diseña con la capacidad de producir un total de 601.141 L de hidromiel repartidos en botellas de 0,33 L y 0,75 L, mostrando a continuación la producción en cada uno de estos formatos:

Producto	Producción anual (L/año)	Producción mensual (L/mes)	Producción semanal (L/sem)
Total	601.141	50.095	11.880
Formato 0,33 L	360.685	30.057	7.128
Formato 0,75 L	240.457	20.038	4.752

Tabla 1 Producciones destinadas a cada formato

Tras la jornada laboral, se reserva la última hora para realizar una limpieza completa de instalaciones y equipos empleados.

6.2. Necesidad de materias primas

La materia prima principal recibida en la planta será la miel de abeja en bidones metálicos. Por otra parte, se recepciona como aditivos de elaboración las levaduras secas activas, nutrientes nitrogenados y bentonita.

Materia prima	Anual	Mensual	Semanal
Miel de abeja	183.484,8 kg	15.290,4 kg	3.626,2 kg
Agua de elaboración	504.583,2 L	42.048,6 L	9.972,0 L
Levaduras secas activas	242,3 kg	20,2 kg	4,8 kg
Bentonita	732,9 kg	61,1 kg	14,5 kg
Nutrientes nitrogenados	139,6 kg	11,6 kg	2,8 kg

Tabla 2 Materias primas y aditivos empleados en el proceso de elaboración

6.3. Necesidades de materias auxiliares

Las materias auxiliares que se emplearán en el proceso de elaboración del producto serán botellas de ambos formatos, bobinas de etiquetas de ambos formatos, cajas de cartón de ambos formatos, palés, tapones corona, y cintas film de embalar. La información relativa cada una de ellas se desarrolla en el Anejo Nº2: Ingeniería del proceso productivo.

Materia auxiliar	Anual	Mensual	Semanal
Botellas 0,33 L	1.202.282	100.190	23.761
Botellas 0,75 L	352.669	29.389	6.970
Bobinas de etiquetas para 0,33L	240	20	5
Bobinas de etiquetas para 0,75L	141	12	3
Cajas de cartón para 0,33L	50.095	4.175	990
Cajas de cartón para 0,75 L	29.389	2.449	581
Palés	2.256	188	45
Packs de tapones corona	311	26	6
Cintas de embalar	30	2	1

Tabla 3 Materias auxiliares empleadas en el proceso de elaboración

6.4. Necesidades de personal

En el presente apartado se desarrollarán las necesidades de personal mínimas para llevar a cabo la actividad industrial.

Zona de trabajo	Puesto	Número de empleados
Oficina	Gerente	1
Laboratorio	Encargado de laboratorio	1
Producción	Encargado de elaboración	1
	Operario de elaboración	1
	Operario de embotellado	3
Almacenes	Encargado de almacén	1
	Carretillero	1
	Total	9

Tabla 4 Necesidades de personal según el puesto de trabajo y zona de trabajo

7. TECNOLOGÍA E INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las etapas que se incluyen en el proceso de producción quedan descritas en profundidad en el Anejo Nº2: Ingeniería del proceso productivo.

7.1. Proceso de producción

- Recepción de las materias primas: tras la recepción de las materias primas, se realizan unos controles de calidad rutinarios y normalizados para conocer si existe algún lote que no cumpla con los estándares de calidad exigidos al proveedor de la materia prima, siendo este retirado del proceso productivo. La miel de abeja es la materia prima principal del proceso, siendo esta recibida en bidones metálicos herméticamente cerrados de 200 kg. No es necesario la instalación de un sistema de refrigeración.

- Tratamiento de agua: el agua que se emplea en el proceso de elaboración será agua procedente de la Red Pública de Logroño, tratada previamente por un equipo de osmosis inversa y carbón activo para conseguir un agua idónea para el resultado deseado, además de asegurar la ausencia de cualquier elemento nocivo. Esta actividad se desarrolla en el Anejo Nº11: Instalación de tratamiento de agua.

- Calentamiento y mezcla del mosto: consiste en la mezcla de la miel de abeja con el agua de elaboración en el tanque homogeinizador. Para que este proceso se lleve a cabo eficazmente, se debe calentar la miel a 37ºC, reduciendo así su viscosidad. Se adiciona agua de elaboración tratada en una proporción de 73% de agua y 27% de miel de abeja. El tanque dispone de unas paletas agitadoras que realizan la mezcla durante 40-60 minutos, tiempo tras el cual el contenido se pasa por un

intercambiador de placas para disminuir la temperatura hasta la temperatura de adición de las levaduras (25ºC)

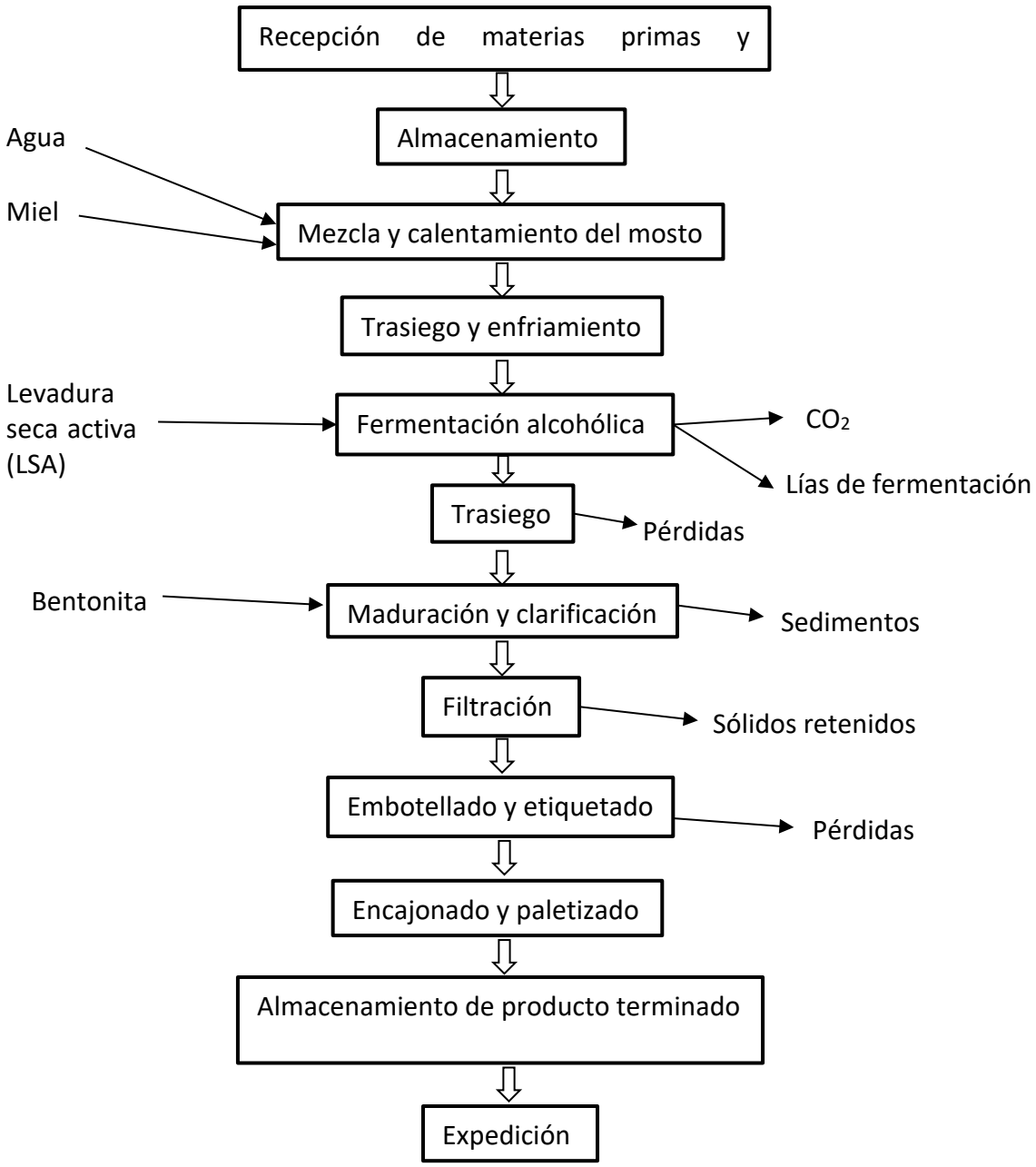
- Fermentación alcohólica: tras producir la inoculación de levaduras comerciales, se produce una transformación de los azúcares del mosto en etanol y una generación de anhídrido carbónico mediante el proceso de fermentación alcohólica. Se trabaja sobre temperaturas entre 20 y 25ºC y el tiempo completo de fermentación alcohólica será de 14 días. Se controla la densidad y la temperatura diariamente para realizar un seguimiento de estas fermentaciones.

- Maduración y clarificación: tras la fermentación alcohólica se trasiega a un depósito de maduración y clarificación. En estos, se añadirá bentonita para producir la precipitación de residuos generados durante la fermentación alcohólica, dejando el líquido limpio y claro, reduciendo el riesgo de reducciones indeseables. Se mantiene en el depósito un total de 11 días hasta que el líquido disponga de una limpidez adecuada (< 2 NTU).

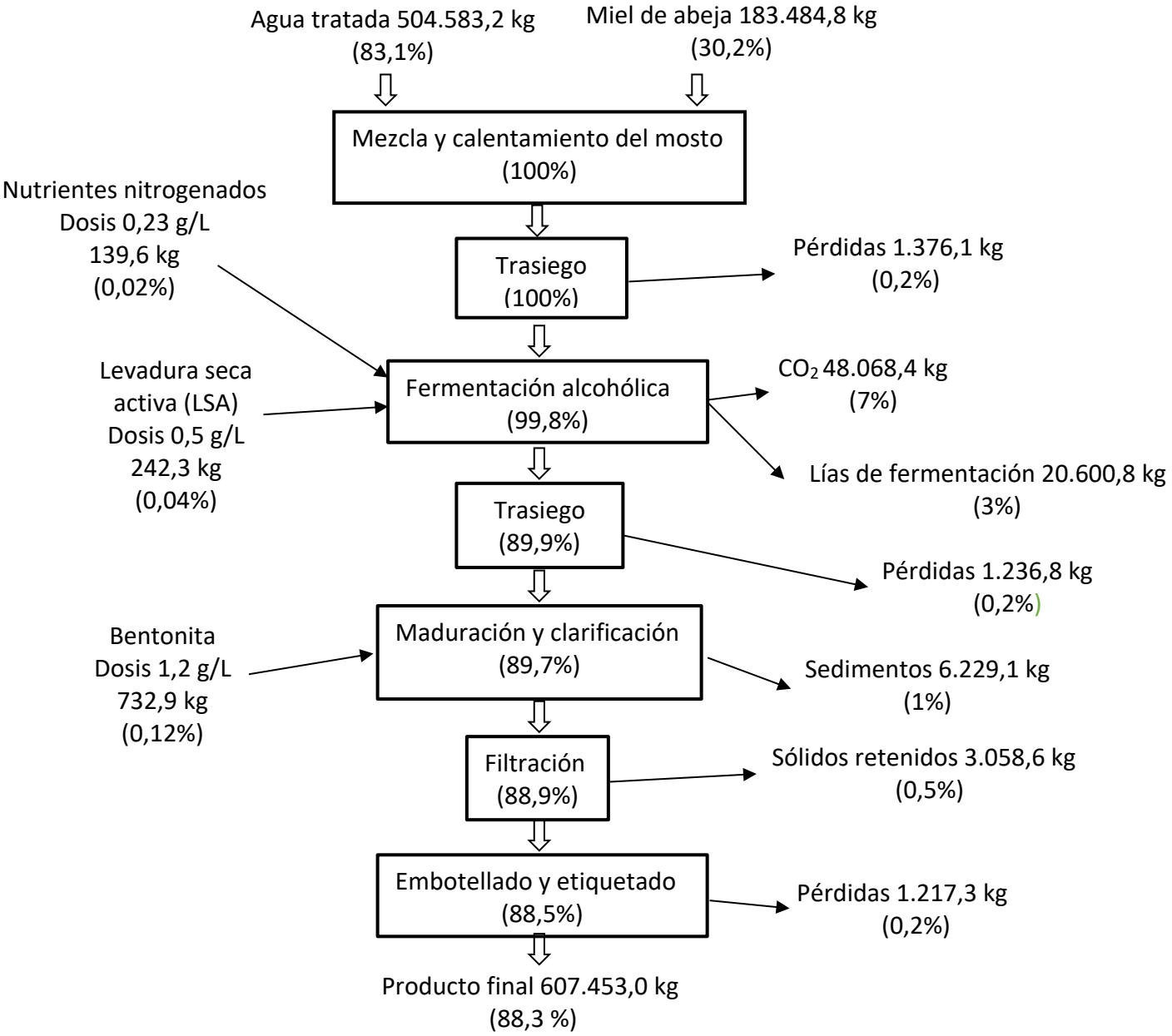
- Filtración por placas: se realiza una filtración entre la fase de clarificación y el embotellado, la cual elimina cualquier coloide que no haya precipitado en la clarificación y retener la mayor cantidad de microorganismos posible respetando lo mayor posible las propiedades organolépticas del producto. Las placas dispondrán de una porosidad de 0,1-1 micras, lo que produce un abrillantamiento del producto.

- Embotellado, etiquetado, encajado y almacenaje: el producto elaborado se recepciona en un depósito nodriza donde se homogeniza el lote y se prepara para el embotellado tras la toma de muestra para análisis. Primeramente, se enjuagan las botellas con agua de la red para eliminar cualquier resto que pudiese encontrarse. Tras esto, las botellas avanzan hacia la llenadora. Se emplea una bomba de doble de diafragma, la cual impulsa el líquido hacia la llenadora monobloque, donde mediante un sistema de electroválvulas se embotella el lote diario elaborado de 2.376 litros. Paralelamente, se etiquetan las botellas e irán alimentando la llenadora de forma constante. Tras el llenado, una serie de pistones del equipo taponan las botellas, los cuales se deben adaptar manualmente a cada formato. Se verifica mediante controles visuales que se realizan todos estos procesos de forma correcta y no existen desviaciones en el volumen de llenado o una mala adhesión de la etiqueta. Una vez listo el producto final, se encaja manualmente y se deposita en un palé para su embalaje con film plástico. El encargado de almacén transportará el palé terminado y lo dispondrá en el almacén de producto terminado en su posición pertinente. El proceso completo empleará 4 horas para el formato de 0,33 L y otras 2 horas para el formato de 0,75 L.

7.2. Diagrama de flujo del proceso productivo



7.3. Diagrama de flujo cuantitativo del proceso productivo



7.4. Resumen de la maquinaria del proceso productivo

Las funciones de la maquinaria empleada quedan descritas en el Anejo Nº2: Descripción de la maquinaria.

7.4.1. Equipos de producción y almacenamiento

Equipo	Dimensiones (mm)	Unidades	Potencia (W)	Consumo (W/h)
Depósito de mezcla	1800x1500x1698	1	10.000	15.000
Bomba de rodetes flexibles	130x155x350	3	750	365
Intercambiador de calor de placas	470x200x220	1	-	-
Depósitos de fermentación	2350x1500	16	-	-
Depósitos de maduración/clarificación	2.160x1.160	32	-	-
Depósito nodriza	2.750x2.100	1	-	-
Filtro de placas	590x420x680	1	-	-
Enjuagadora+llenadora+taponadora	2.300x1.930x2.510	1	2.000	7.000
Etiquetadora automática	1.250x2.000x1.200	1	300	7.500
Detector de metales	470x540x1750	1	750	2.100
Equipo de tratamiento de agua	1530x1350x1100	1	3.000	4.700

Tabla 5 Resumen de los equipos de producción y almacenamiento

7.4.2. Equipo auxiliar

Equipo	Dimensiones (mm)	Unidades	Potencia (W)	Consumo (W/h)
Báscula industrial	620x400x600	1	5	24
Bomba de doble diafragma	93x146x164	1	-	-
Carretilla eléctrica	2.160x802x2.466	2	12.000	4100
Compresor de aire	1.200x870x850	1	7.500	11.800
Calentador de bidones metálicos	105x880x600	1	900	1300
Contenedor de lías	1.170x1.000x1.200	1	-	-
Transpaleta manual	1.220x540x1.520	1	-	-
Carro elevador y volteador	2.020x1.240x1.070	1	-	-
Transportador de bidones	1.050x820x875	1	-	-

Tabla 6 Resumen de los equipos auxiliares

7.4.3. Equipos de laboratorio

Equipo	Dimensiones (mm)	Unidades	Potencia (W)	Consumo (W/h)
Espectrofotómetro UV/VIS	180x370x470	1	2.100	2.100
Estufa de desecación	460x510x690	1	3.300	3.300
pH-metro y conductímetro	98x325x155	1	96	96
Refractómetro de mesa	190x250x90	1	-	-
Nefelómetro	62x155x76	1	-	-
Destilador automático García-Tena	150x250x310	1	570	570
Baño termostático	260x165x225	1	350	350
Balanza de precisión	110x180x320	1	6	6
Agitador magnético	180x180x70	1	10	10
Termómetro	185x50x21	2	-	-
Densímetro	400x30	2	-	-

Tabla 7 Resumen de los equipos del laboratorio

Además, en el laboratorio encontramos otros accesorios necesarios para realizar el trabajo como son sistemas de filtración a vacío, vasos de precipitados, tubos de ensayo, buretas, matraces aforados, pipetas y pipeteadores y botes para las muestras.

8. DISTRIBUCIONES DE LAS SUPERFICIES

Las dimensiones y localización de las salas han sido estudiadas para favorecer la actividad de la planta, reducir los recorridos realizados por personal y visitas, incorporando todos los servicios necesarios y mejorando en la medida de lo posible la comodidad sobredimensionando la superficie de trabajo y la accesibilidad para el mantenimiento de los equipos.
La distribución y superficies de cada sala vienen determinadas en el Anejo Nº6: Distribución en planta y en los planos Nº2 y Nº3.

Sala	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie total necesaria (m^2)
Almacén de materias primas	9,85	3,30	32,5
Almacén de materias auxiliares	15,10	6,30	95,1
Sala de elaboración	10,40	27,30	283,9
Sala de embotellado	19,90	9,20	183,1
Almacén de producto terminado	12,40	14,35	177,9
Sala de tratamiento de agua	3,10	2,30	7,1
Oficina	5,45	3,90	21,3
Vestuario**	5,70	11,20	63,8
Aseos visitas**	2,65	3,90	10,3
Área social	8,35	3,90	32,6
Laboratorio	8,15	3,65	29,7
Sala neumática	3,10	2,50	7,8
Cuarto de limpieza	1,50	3,05	4,6
Cuarto de productos químicos	1,50	3,65	5,5
Sala de refrigeración	3,10	4,00	12,4
Almacén de herramientas	1,50	3,05	4,6
Muelle de recepción	4,70	7,15	33,6
Muelle de expedición	4,00	9,20	36,8
Pasillo 1	-	-	66,0
Pasillo 2	14,35	4,20	60,3
TOTAL			**1.168**

Tabla 8 Superficies de las salas de la industria

La relación de la superficie construida es la siguiente:

- Superficie útil: 1.168
- Superficie construida: 1.232
- Relación superficie útil/superficie construida: 94,8%

9. DESCRIPCIÓN DE LA INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Los cálculos empleados en el Anejo Nº7 referente a Obra civil, son realizados según lo dispuesto en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (DB-SE-AE), la Instrucción de hormigón estructural (EHE) y la Instrucción para acero estructural (EAE).

9.1. Movimiento de tierras

En primer lugar, se elimina la capa vegetal superficial y se realiza una operación de desbroce sobre el terreno de la parcela. En este caso, no sería necesario un nivelado, dado que la parcela se encuentra lo suficientemente nivelada.

Tras esto, se procede a una excavación para situar las zapatas de cimentación, vigas de atado y las zanjas de saneamiento proyectadas en el Anejo Nº7: Obra civil.

9.2. Cimentación

La nave dispone de un total de 28 zapatas de cimentación construidas en hormigón armado HA-25/P/IIa con armaduras de acero B500S de una resistencia de 500 N/mm^2 y se encontrarán centradas bajo los pilares y unidas entre ellas mediante una viga de atado. Las zapatas de los pórticos hastiales y de los pilares intermedios serán cuadradas con unas dimensiones de 200x200 cm y 205x205 respectivamente, mientras que las zapatas de los pórticos intermedios son rectangulares con unas dimensiones de 235x340 cm. A todas las zapatas se les aplica una capa de 10 cm de hormigón de limpieza.

Las armaduras de las zapatas situadas en los pilares de los pórticos hastiales dispondrán de 8 barras de 16 cm separadas 26 cm entre sí tanto la principal como la secundaria, las situadas bajo los pilares de los pórticos intermedios serán 14 barras de 16 cm separadas 26 cm entre sí en las armaduras principales y 9 barras de 16 cm separadas 26 cm entre sí para las secundarias y las armaduras de las zapatas de los pilares intermedios estarán formadas por 8 barras de 16 cm separadas 26 cm entre sí para ambas armaduras.

Se disponen de un total de 28 vigas de atado, siendo 10 de estas las que unen las zapatas de la fachada principal. Tendrán 40x40 cm de dimensiones con una armadura principal y secundaria de 2 barras de 12 cm.

Las placas de anclaje estarán construidas con acero S-275JR, las cuales quedarán fijadas mediante 4 pernos en el caso de los pórticos y 8 pernos en el caso de los pilares intermedios. Estos pernos serán de acero B400S y disponen de una barra roscada con pata de 90°.

Los detalles constructivos quedan desarrollados en el Anejo Nº7: Obra civil y en los Planos Nº5.01: Cimentación y Nº5.02: Detalles de cimentación.

9.3. Estructura

La nave se diseña con 11 pórticos a dos aguas con una pendiente de 6, 11º y separados 4,4 metros unos de otros, con unas dimensiones totales de 28 metros de luz y 44 metros de longitud de la nave.

La altura de los pilares será de 5,5 metros y la altura hasta cumbrera serán 7 metros.

Los perfiles elegidos para los pilares de los pórticos son del tipo HE 320 B de acero S-275 JR, los cuales disponen 10 correas de fachada del tipo # 75x10.48 situadas cada 1,2 metros y a tres vanos con fijación rígida.

En el caso de los dinteles, estos tendrán perfiles tipo HE 280 B simple con cartelas de 2,35 metros de acero S-275.JR, en donde se encuentran 20 correas de cubierta con una separación de 1,5 metros, a 3 vanos y con fijación rígida.

Los cálculos que se han realizado y su diseño estructural quedan desarrollados en el Anejo Nº7: Obra civil y en los Planos Nº6: Secciones estructurales y estructura de cubierta.

9.4. Cubierta

La cubierta posee una pendiente de 6, 11º o 10,7% de inclinación. Esta está formada por un panel sándwich de 80 mm de espesor de poliuretano como aislante y una cara exterior e interior en acero de 0,5 y 0,4 mm de espesor respectivamente. Bajo este panel sándwich se dispondrá el falso techo y los elementos suspendidos de él como luminarias o tuberías de agua.

La información relacionada con la cubierta queda desarrollada en el Anejo Nº6: Obra civil y en el Plano Nº6: Secciones estructurales y estructura de cubierta.

9.5. Cerramientos

En el cerramiento lateral exterior se emplea un panel sándwich de poliuretano como aislante de 80 mm de espesor.

Para el cerramiento interior se emplea un tabique de ladrillo hueco doble de 25 x 12 x9, recibido con mortero de cemento y arena de río.

La información correspondiente a los cerramientos se detalla en el Anejo Nº7: Obra civil.

9.6. Soleras, pavimentos y falso techo

La solera de la planta estará construida de hormigón armado HM-25/P/IIa de 15 cm, con un tamaño máximo de árido de 20 mm y un armado de 150 x 150 x 8 mm.

En las zonas de elaboración, los pavimentos serán multicapa epoxi antideslizante de 2 mm de espesor sobre la solera. En el almacén de producto terminado incluye además una capa de poliextireno extruído (XPS) de 4 cm de espesor como aislante. En el resto de salas serán baldosas de gres de 31 x 31 cm.

El falso techo será de fibra de vidrio mezclada con yeso prensada tipo Armstrong, en formato de losas de 600 x 600 mm con 12,5 mm de espesor y dispuesto a 5,5 metros de altura sobre las salas no vinculadas a la producción.

La información se encuentra desarrollada en el Anejo Nº7: Obra civil.

9.7. Pintura

La pintura industrial que se emplea sobre las superficies será de tipo alquídico de colores claros.

La información se encuentra desarrollada en el Anejo Nº6: Obra civil.

9.8. Puertas

Las puertas interiores de las salas no vinculadas a producción serán de madera de roble de 90 x 210 cm.

Por otro lado, las puertas interiores de la industria de las salas relacionadas con la elaboración y las puertas peatonales exteriores serán puertas de acero galvanizado abatibles con características cortafuegos de 90 x 210 cm. En el caso de las puertas de paso de carretilla, se disponen de puertas cortafuego seccional de apertura vertical automática de 3 metros de anchura y una altura de 2,5 metros.

La información se encuentra desarrollada en el Anejo Nº7: Obra civil.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

En el presente capítulo, se indicarán las instalaciones presentes en la industria que permiten su correcto funcionamiento según la normativa vigente.

10.1. Instalación de saneamiento

Para el diseño de las instalaciones de saneamiento, se ha tenido presente el Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de Edificación referente a la "evacuación de aguas" (CTE-DB-HS 5).

10.1.1. Saneamiento de aguas pluviales

Los elementos de la instalación de saneamiento de aguas pluviales que nos encontramos son:

- Canalones o canales pluviales: estarán construidos en aluminio y dispondrán una sección redonda dispuestos en ambos aleros de la cubierta. Se instalan un total de 8 canalones (4 por alero) con una pendiente del 2% y un diámetro de 150 mm.

- Bajantes: estarán construidas en aluminio y se disponen al finalizar el tramo de cada canalón, disponiéndose así 8 bajantes con una pendiente del 100% y un diámetro de 150 mm.

- Arquetas: las arquetas serán prefabricadas de ladrillo que recogen el agua proveniente de las bajantes, siendo un total de 8 arquetas. Sus dimensiones varían en función del diámetro de salida del colector, encontrándose de 50 x 50, 60 x 60 o 60 x 70 cm.

- Colectores: estarán construidos en PVC, dispuestos con una pendiente descendiente de 2% y enterrados, uniendo cada arqueta para evacuar el agua pluvial hasta la red general de alcantarillado. Se colocan un total de 10 colectores de 150, 160 y 200 mm en función de la cantidad de agua que recojan.

- Pozo de registro: es el punto donde se recogen la totalidad de las aguas pluviales, encontrándose comunicado con la red de aguas pluviales del polígono donde se ubica la industria.

Por otro lado, en la zona pavimentada se disponen un total de 14 sumideros que recogerán el agua pluvial de esta zona. Estos estarán unidos por 26 colectores de PVC y 16 arquetas sifónicas prefabricadas de ladrillo, pudiendo encontrarse sus dimensiones recogidas en el Anejo Nº8: Instalación de saneamiento y aguas pluviales y en el Plano Nº07: Instalación de saneamiento: pluviales.

10.1.2. Saneamiento de aguas residuales: aguas fecales

La red de saneamiento de aguas residuales estará construida en PVC y dispondrá de una pendiente del 2% con una separación máxima de las arquetas de 15 metros. La evacuación se realiza mediante los desagües de los equipos sanitarios según queda dispuesto en el CTE-DB-HS 5.

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Equipos sanitarios: los equipos sanitarios se conectarán a la instalación a través de unas tuberías de diámetros que vendrán calculados en función de las unidades de desagüe indicadas en el CTE-DB-HS 5.

- Ramales de los colectores: se disponen con una pendiente del 2% y serán las tuberías de PVC que se encargan de conectan los equipos sanitarios con sus correspondientes arquetas sifónicas. Su diámetro variará entre 50 y 75 mm en función de las unidades de desagüe.

- Colectores horizontales: son tuberías de 110 mm de diámetro, construidas en PVC con 2% de pendiente que conectan las arquetas generales de la instalación. Su diámetro se encuentra sobredimensionado para trabajar a media sección habitualmente y a un cuarto de sección máximo con flujo uniforme.

- Arquetas del colector horizontal: las arquetas son prefabricadas de ladrillo con unas dimensiones de 50 x 50 mm.

- Pozo de registro: es el punto final de la instalación, el cual se comunica con la red de aguas fecales del polígono.

La información relativa al cálculo de la instalación se desarrolla en el Anejo Nº8: Instalación de saneamiento y aguas pluviales. El diseño final de la instalación se encuentra en el Plano Nº08: Instalación de saneamiento: aguas residuales y fecales.

10.1.3. Saneamiento de aguas residuales: aguas de proceso

La instalación de saneamiento de aguas residuales de proceso está formada por los siguientes elementos:

- Sumideros: será por donde se recogerá el agua de limpieza de los equipos e instalaciones, siendo esta favorecida por una pendiente del 2% en la solera. Estarán cubiertas por unas losas perforadas a nivel de suelo y se encontrarán en la sala de elaboración y en la sala de embotellado.

- Colectores horizontales: son las tuberías de 75 mm de diámetro, construidas en PVC que comunican las arquetas sifónicas con una pendiente del 2%. Estos colectores trabajaran a media sección y a un máximo de tres cuartos de sección

con flujo uniforme, por lo que en los cálculos se tiene en cuenta su sobredimensionamiento.

- Arquetas: se disponen de un total de 3 arquetas de 40 x 40 mm.

La información relativa al cálculo de la instalación se desarrolla en el Anejo Nº8: Instalación de saneamiento y aguas pluviales. El diseño final de la instalación se encuentra en el Plano Nº08: Instalación de saneamiento: aguas residuales y fecales.

10.2. Instalación de fontanería

Los cálculos que se han llevado a cabo para el diseño de la instalación de fontanería son los descritos en el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación referente al Suministro de agua (CTE-DB-HS 4).
El agua suministrada a la planta proviene de la red general de abastecimiento de agua, el cual proporciona un caudal y una presión suficiente para la correcta distribución del agua de consumo en el edificio.

Para ello, se ha empleado el *software* técnico CYPECAD MEP 2019, en el cual se ha introducido los siguientes datos de cálculo:

- Caudal bruto de la acometida: 3,06 L/s
- Caudal incluyendo la simultaneidad: 0,83 L/s
- Presión de la acometida: 54,5 m.c.a. (534,5 kPa)
- Rugosidad del material: 0,02 mm
- Velocidad máxima del agua: 3,5 m/s
- Temperatura del agua fría: 15ºC
- Temperatura del agua caliente: 40ºC
- Viscosidad cinemática del agua fría: $1{,}146 \cdot 10^{-6}$ m_2/s
- Viscosidad cinemática del agua caliente: $5{,}04 \cdot 10^{-7}$ m_2/s

En cuanto a los caudales de los aparatos instalados se calculan los siguientes:

Aparatos	Consumo total (L/s)	
	Agua fría	A.C.S.
Lavabo pequeño	0,60	0,39
Ducha	0,40	0,20
Inodoro con cisterna	0,6	-
Grifos racor manguera	0,30	-
Grifo para alimentación de enjuagadora de botellas	0,26	-
TOTAL	2,16	0,59

Tabla 9 Consumos de agua fría y A.C.S. de los aparatos

La instalación de abastecimiento de agua interior está formada por tuberías de polietileno reticulado (PE-Xa) serie 5 con una presión nominal de 6 atm. El agua caliente se obtiene mediante una caldera de condensación a gas mural, ubicada en el almacén de herramientas.

Dado que el recorrido del A.C.S. es superior a 15 metros, se dispone según lo dispuesto en el CTE-DB-HS 4 una red de retorno de A.C.S. que se dispondrá paralela a la red de A.C.S. para aumentar la eficiencia y el ahorro energético.

Los ramales que conectan los equipos con las tuberías, tendrán un diámetro nominal mínimo de 16 mm.

Los diámetros de la red de agua fría y red de A.C.S. que se dispondrán en la instalación son los siguientes:

Tramo	Longitud (m)	Diámetro interior (mm)	Diámetro comercial (mm)
3-4	0,78	20,40	25,00
4-5	15,15	16,20	20,00
5-6	19,05	16,20	20,00
6-7	1,64	16,20	20,00
7-8	13,08	12,40	16,00
8-9	14,40	12,40	16,00
9-10	19,11	12,40	16,00

Tabla 10 Diámetros calculados para la red de fontanería interior por tramos

Los cálculos y datos obtenidos relacionados con la instalación de fontanería de la industria, quedan reflejados en el Anejo Nº10: Instalación de fontanería y la distribución de la instalación queda representada en el Plano Nº09: Instalación de fontanería.

10.3. Instalación frigorífica

Los procedimientos de cálculo vienen descritos en NBE CT 79 referente a las condiciones térmicas en los edificios según el R.D. 138/2011.

La instalación frigorífica permite mantener una temperatura controlada en los depósitos donde se lleva a cabo la fermentación alcohólica, dado que estos aumentan considerablemente su temperatura y pueden perjudicar el producto, haciendo fluir agua a 7ºC por las camisas de refrigeración de estos para hacer que la temperatura del interior no supere los 25ºC. Para ello, se instala un equipo con una potencia frigorífica para cubrir las 11.500 kcal/h necesarios.

Además, se diseña la instalación frigorífica para mantener una temperatura de 13ºC constante durante el año en la sala de producto terminado para asegurar la conservación del producto hasta su expedición. Para el cálculo de los espesores de las

paredes del almacén de producto terminado se ha empleado las temperaturas exteriores de superficies de la sala. Se emplea para mantener la temperatura constante paneles sándwich tanto en paredes como en techo y suelo, los cuales disponen de capas metálicas y materiales de aislamiento como espuma de poliuretano, lana de roca, poliestireno, etc.

El desarrollo de los cálculos, los datos empleados y los equipos seleccionados vienen descritos en el Anejo Nº13: Instalación frigorífica, mientras que el diseño de la instalación queda reflejado en el Plano Nº13: Instalación de frío.

10.4. Instalación neumática

La instalación neumática o instalación de aire comprimido se calcula según lo dispuesto en el R.D. 2060/2008. La instalación neumática satisface las necesidades de aire comprimido para el adecuado funcionamiento de la taponadora, llenadora y la bomba de doble diafragma.

Las necesidades de consumo de aire comprimido calculadas para cada equipo serán:

Equipo	Necesidades (m^3/min)
Llenadora	0,3
Taponadora	0,2
Bomba de doble diafragma	0,4
TOTAL	**0,9**

Tabla 11 Necesidades de consumo de aire comprimido por los diferentes equipos

Se mayora un 10% para cubrir las posibles averías o fugas que puedan aparecer, por lo que se calcula que es necesario un caudal de 1,0 m^3/min para cubrir las necesidades neumáticas, eligiendo un equipo compresor capaz de suministrar hasta 1,2 m^3/min, el cual se complementa con un tanque acumulador de 500 L para la distribución del aire comprimido.

La tubería principal estará fabricada en acero galvanizado y dispondrá de un caudal máximo de trabajo de 1 m^3/min con una presión máxima de 6 bar. La tubería principal mide 19,4 m y tendrá un diámetro interno de 22,3 mm por donde circula aire comprimido a 12,45 m/s y la instalación dispondrá de 3 codos.

El desarrollo de los cálculos, los datos empleados para este, y los equipos seleccionados y la descripción de la instalación neumática se redacta en el Anejo Nº12: Instalación neumática y el diseño de la instalación se muestra en el Plano Nº12: Instalación neumática.

10.5. Instalación de tratamiento de agua

La instalación de tratamiento de agua se calcula según la normativa indicada en el R.D. 140/2003, en donde se indican las características que debe disponer el agua para consumo humano.

Para la elaboración del producto es necesario el tratamiento del agua con el fin de reducir la dureza del agua y garantizar una seguridad físico-química. Es necesaria un agua de muy baja dureza (0-5 ºF), por lo que sería necesario reducir entre 14 y 19 ºF el agua de red, gracias a un sistema de ósmosis inversa.

Las necesidades iónicas que se necesitan en la industria serán:

Parámetro	Necesidades	Presencia en el agua de red
Calcio	50-100 ppm	58,4 ppm
Bicarbonatos	< 50 ppm	133,02 ppm
Sulfato	0-70 ppm	77,9 ppm
Sodio	<150 ppm	8,6 ppm
Cloro	<200 ppm	1,2 ppm

Tabla 12 Valores óptimos para el agua de elaboración

Además, el equipo dispone de un filtro de carbón activo para la retención de gases y olores indeseables.

Para cubrir las necesidades de agua tratada del proceso productivo, se calcula que es necesario como mínimo un caudal mayorado un 10% de 556,5 L/h o 0,56 m^3/h. Por tanto, el equipo seleccionado suministra un total de 0,6 m^3/s a través de unas tuberías de PVC de un diámetro nominal de 280 mm. A la salida del equipo hasta el tanque de mezcla, su caudal se verá reducido a 0,56 m^3/s y su diámetro nominal desciende a 180 mm.

Se realizan análisis periódicos en laboratorios externos para comprobar que el equipo realmente realiza su función y se realizan los mantenimientos periódicos cada 6-12 meses. Los materiales incluidos en el equipo se deben renovar una vez superen su vida útil.

El desarrollo de los cálculos, la descripción de la instalación y la selección del equipo se redacta en el Anejo Nº11: Instalación de tratamiento de agua y el diseño de la instalación se incluye en el Plano Nº10: Instalación de tratamiento de agua.

10.6. Instalación de protección contra incendios

Los cálculos y diseño de la instalación de protección contra incendios se describen en el R.D. 2267/2004, en donde se diferencian los cálculos referidos a las zonas de elaboración y a los almacenes.

El edificio industrial donde se realiza la actividad se clasifica dentro de la configuración del tipo C, dado que el establecimiento industrial ocupa totalmente el edificio y está a una distancia mayor de 3 metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

La industria dispone de un riesgo intrínseco MEDIO 5 ($1.700 < Qs < 3.400$ MJ/m^2)

Se determina, según lo dispuesto en el R.D. 2267/2004 y en función del riesgo intrínseco de la nave y su configuración, que la estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes no puede ser inferior a EF-30 (estabilidad al fuego de 30 minutos) y en el caso de los elementos constructivos de los cerramientos será necesario una estabilidad al fuego de EF-60.

En cuanto a la evacuación del establecimiento industrial, se determina una ocupación máxima esperable de los sectores de 10 personas por sector de incendios, disponiendo 6 salidas de emergencia con una distancia máxima de 50 metros de recorrido de evacuación desde cualquier punto ocupable.

La nave se encuentra dividida en dos sectores de incendio:

- Zona de producción: oficina, aseos de visitas, vestuarios, sala de refrigeración, sala de elaboración, sala de embotellado, sala de tratamiento de agua, laboratorio, sala neumática y pasillos

- Zona de almacenamiento: cuarto de limpieza, muelle de recepción, almacén de materias primas, almacén de materias auxiliares y almacén de productos químicos, muelle de expedición, almacén de herramientas y almacén de producto terminado.

La instalación de protección contra incendios dispone de las siguientes medidas:

- Sistemas manuales de alarma: se instalan 3 pulsadores de alarma, los cuales no superan los 25 metros de recorrido desde cualquier punto ocupable y debidamente señalizados. En el caso de la embotelladora, la alarma será de tipo luminoso.

- Extintores de incendios portátiles: se disponen a una distancia máxima de 15 metros entre uno y otro, priorizando la proximidad a las salidas de evacuación. Se instalan un total de 10 extintores portátiles del tipo ABC

- Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos: se instalan en los recintos que dispongan de equipos electrónicos y la protección con sistemas de agua podría dañar estos equipos. Se instalarán un total de 5 extintores de CO_2 próximos a cada cuadro eléctrico secundario, oficina y laboratorio.

- Sistemas de boca de incendio equipada (BIE): se instalan 6 BIEs de mangueras semirrígidas de 25 mm de diámetro y 30 metros de longitud. Se colocan a una distancia máxima de 5 metros de las salidas de cada sector de incendio sin que supongan un obstáculo para su empleo. El caudal necesario para cada BIE será de 84 L/min con una presión de red de 0,4 MPa.

- Alumbrado de emergencia: se instala para asegurar que, en caso de fallo del alumbrado nominal, se pueda garantizar la seguridad de las personas durante la evacuación del establecimiento. Este alumbrado respetará las condiciones descritas en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- Señalización: se instala señalización luminiscente con la información y posición de los equipos e instalaciones contra incendios. Se disponen de 19 señales luminiscentes para los elementos de extinción y 12 señales luminiscentes para indicar la ruta de evacuación.

Los requisitos constructivos del establecimiento industrial, la información referente a la instalación contra incendios, los cálculos de la instalación y los equipos incluidos en este se desarrollan en el Anejo Nº14: Instalación contra incendios y el diseño de la instalación se incluye en el Plano Nº14: Instalación contra incendios.

10.7. Instalación eléctrica

Para la redacción y dimensionamiento en lo referente a la instalación eléctrica se emplea lo descrito en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D 842/2002).

El suministro eléctrico se contrata con la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola S. A que suministra la alta tensión que se transformará a baja tensión en un centro de transformación, no siendo objeto de este proyecto.

La red instalada es trifásica con una tensión nominal de 400 V y una frecuencia de 50 Hz.

La acometida se encarga de conectar el centro de transformación con el cuadro general de protección de la planta. Este cuadro suministrará energía eléctrica a los 3 cuadros secundarios, los cuales recibirán la potencia necesaria para el funcionamiento de las diferentes líneas que derivan de estos. Todas las líneas que salen del cuadro general, se encuentran protegidos por magnetotérmicos y diferenciales.

En lo referente al alumbrado de la industria, se emplean las siguientes luminarias:

Tipo	Ubicación	Potencia (W)	Flujo luminoso (lum)	Número de luminarias
Lámpara LED	Salas de elaboración y almacenamiento	240	13.000	49
Lámpara fluorescente doble	Zonas de no producción y pasillos	116	10.800	39
Lámpara LED de exterior	Exterior	150	14.000	32
Luminarias de emergencia	Toda la planta	3	200	40

Tabla 13 Luminarias empleadas en la industria

En lo referente a la instalación de fuerza, se emplea la suma de la potencia necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos de la planta en función del cuadro de protección secundario a la que estén conectados, obteniendo la potencia total necesaria.

La potencia total necesaria será la suma de la potencia necesaria para el alumbrado y la potencia total necesaria para el circuito de fuerza, sin aplicar el coeficiente de simultaneidad estimado en 70%.

Receptores	Potencia (W)	Simultaneidad	Potencia demandada (W)
Instalación de fuerza	133.740	70%	93.618,0
Instalación del alumbrado	20.856	70%	14.599,2
TOTAL	154.596		108.217,2

Tabla 14 Determinación de la potencia demandada total en función de la simultaneidad

En lo referente a las canalizaciones, se instalarán conductores rígidos unipolares de cobre tipo RZ1-K, debidamente identificados por colores según lo indicado en la Instrucción ITC-BT 19, apartado 2.2.4.

Las líneas de fuerza y alumbrado discurren bajo tubo, instalado en montaje superficial o instalación empotrada. En las zonas de no producción y pasillos se encontrarán discurriendo en el falso techo.

En cuanto a las canalizaciones, son estacas y en las zonas mojadas se emplean con grado de protección IPX4 como mínimo, mientras que en las zonas húmedas emplearán canalizaciones con grado de protección IPX1.

Las cajas de registro dispuestas en montaje superficial son plastificadas y estancas con grado de protección IP-54.

Los interruptores magnetotérmico protegerán contra las sobrecargas y cortocircuitos en las diferentes líneas. Los interruptores y bases de enchufe disponen de una calidad SIMON-75 o superior.

Los detalles y el dimensionamiento de la instalación eléctrica se encuentran en el Anejo nº9: Instalación eléctrica y en los Plano nº14.01: Instalación eléctrica: fuerza, Plano nº14.02: Instalación eléctrica: alumbrado, Plano nº14.03: Esquema unifilar.

11. CONTROL DE CALIDAD Y APPCC

El control de calidad estará presente en todas las etapas del proceso productivo, desde la recepción de las materias primas hasta el almacenamiento del producto terminado previo a su expedición.

Los análisis realizados sobre las materias primas, producto en elaboración y producto terminado se detallan en el Anejo Nº4: Control de calidad.

El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) será el sistema que se emplea en la industria para asegurar la inocuidad de los elementos.

Para la implantación del sistema, se sigue una serie de pasos:

1. Se crea un equipo de trabajo de APPCC
2. Se describen las actividades y productos,
3. Se determina el uso
4. Se realiza y comprueba el diagrama de flujo
5. Se analizan los peligros
6. Se determinan los Puntos de Control Crítico (PCC)
7. Se establecen los límites de críticos
8. Se crea un sistema de vigilancia
9. Se determinan las medidas correctoras
10. Se establecen los procedimientos de comprobación
11. Se asigna un sistema de documentación

El desarrollo de los puntos de implantación del sistema se detalla en el Anejo Nº5: Análisis de peligros y puntos críticos de control crítico.

A continuación, se citan las etapas del proceso productivo que, tras el estudio, se han determinado como PCC:

- Recepción de materias primas y auxiliares
- Tratamiento de agua
- Fermentación alcohólica
- Llenado de botellas

11.1. Análisis de peligros en la elaboración del producto

El desarrollo de todos los peligros en la elaboración del producto citados a continuación se encuentra detallados en el Anejo Nº5: Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos.

11.1.1. Recepción y almacenamiento de las materias primas y auxiliares

- Mal sellado del bidón metálico
- Presencia de metales y otros compuestos indeseables
- Presencia de microorganismos indeseables

11.1.2. Tratamiento del agua de consumo

- Presencia de compuestos químicos indeseables
- Contaminaciones microbiológicas

11.1.3. Calentamiento y mezcla del mosto

- Contaminación con microorganismos externos
- Contaminación por productos de limpieza y desinfección

11.1.4. Fermentación alcohólica

- Contaminación con microorganismos externos
- Producción de carbamato de etilo
- Contaminación por productos de limpieza y desinfección

11.1.5. Maduración/clarificación

- Contaminación con microorganismos externos
- Contaminación por metales

11.1.6. Llenado de botellas

- Contaminación por productos de limpieza y desinfección
- Restos de grasa, aceites, etc.
- Presencia de vidrio
- Presencia de elementos extraños
- Contaminación del producto final por bacterias externas

12. GESTIÓN DE RESIDUOS

La generación de residuos sólidos, subproductos y aguas residuales por parte de las industrias se constituye actualmente como uno de los grandes problemas a nivel medioambiental. Los análisis de estos se encuentran descritos en el Anjeo Nº15: Gestión de residuos y vertidos.

12.1. Residuos sólidos y subproductos

Los principales residuos sólidos que se generan en la industria son las lías de fermentación y maduración procedentes del proceso de elaboración, las cuales se acumulan en un depósito plástico en el exterior de la industria para favorecer su eliminación por un gestor externo para la producción de biometanol. Se generan anualmente un total de 20.600 kg de lías de fermentación y 6.172 kg de sedimentos tras la clarificación.

Otra fuente de generación de residuos sólidos son los envases de las materias primas.
Los bidones metálicos vacíos se acumulan en el muelle de recepción sin bloquear las rutas de evacuación, puertas o elementos auxiliares. Una vez se produzca la recepción de las materias prima, se retiran los bidones metálicos para su reutilización.

Otros residuos sólidos que se pueden producir en la planta son los envases plásticos que contienen la bentonita y LSA, los cuales se acumularán en el contenedor municipal de reciclaje de Logroño.

Cualquier envase secundario que se genere en la planta como papeles de oficina, papel de aseo, cajas de cartón… se acumularán en su correspondiente contenedor municipal.

12.2. Aguas residuales

En la planta se genera como mínimo 4 millones de litros de agua residual proveniente de la limpieza de equipos, depósitos e instalaciones y enfriamiento de los depósitos. Estas aguas serán tratadas previamente a su vertido por el sistema de depuración general del polígono industrial.

12.3. Residuos tóxicos y peligrosos

En la planta de elaboración de hidromiel no existen efluentes que dispongan de sustancias tóxicas, explosivas o peligrosas.

En el caso de disponer residuos sólidos especiales como equipos averiados o envases de productos de limpieza se retiran mediante un gestor autorizado.

Los productos químicos empleados en los análisis rutinarios se acumulan en bidones plásticos herméticos que serán retirados de la planta por un gestor externo autorizado.

12.4. Otros residuos de la planta

El resto de residuos generados en la planta tendrán características similares a los residuos sólidos urbanos y, por tanto, serán gestionados y eliminados de forma ordinaria en su correspondiente contenedor municipal de Logroño más cercano a la planta.

13. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se redacta un Estudio Básico de Seguridad y Salud en donde se indican las medidas de prevención de riesgos laborales que debe ejecutar la empresa de construcción durante el periodo de obra, según lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en cual se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se describen los riesgos laborales que pueden existir con sus correspondientes medidas técnicas necesarias para evitarlos o en caso de no ser posible, indicando las medidas preventivas y protecciones técnicas para controlarlos. Se incluye una medición de todas estas unidades o elementos de seguridad y salud en obra, además de una cuantificación del presupuesto, tiempo de ejecución de la obra y número de trabajadores.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud se encuentra desarrollado en el Anejo Nº17: Estudio Básico de Seguridad y Salud.

14. PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	29.675,07	6,30
02	CIMENTACIÓN	15.784,68	3,35
03	ESTRUCUTRA METÁLICA	92.508,85	19,66
04	CUBIERTA	31.360,36	6,66
05	SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES	62.864,01	13,36
06	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	6.727,67	1,43
07	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	3.861,96	0,82
09	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	10.303,02	2,19
10	INSTALACIÓN NEUMÁTICA	6.826,53	1,45
11	INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA	3.109,09	0,66
12	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10.775,54	2,29
13	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	8.078,77	1,72
14	MAQUINARIA	134.746,24	28,63
15	MOBILIARIO	3.027,31	0,64
16	CARPINTERÍA Y VIDRERÍA	4.034,96	0,86
17	URBANIZACIÓN	44.473,46	9,45
18	GESTIÓN DE RESIDUOS	1.500,00	0,32
19	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1.005,43	0,21
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**470.662,95**	
	13,00 % Gastos generales 61.186,18		
	6,00 % Beneficio industrial 28.239,78		
	Suma	89.425,96	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	**560.088,91**	
	21% IVA	117.618,67	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**677.707,58**	

El presupuesto total del proyecto asciende a la cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS SIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) del proyecto asciende a la cantidad de QUINIENTOS SESENTA MIL OCHENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

El Presupuesto de la Ejecución por Contrata (P.E.C.) del proyecto asciende a la cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS.

En esta inversión se incluyen la maquinaria, las instalaciones, la obra civil y la urbanización. El desglose de este presupuesto es el siguiente:

- Total de la ejecución del material:
  - Obra civil, instalaciones y mobiliario: 334.416,71 €
  - Maquinaria: 134.746,24 €
- Gastos generales (13%): 61.186,18 €
- Beneficio industrial (6%): 28.239,78 €
- I.V.A (21%): 117.618,67 €
- P.E.C.: 575.416,24 €

15. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se considera la vida útil del proyecto en 30 años de media, siendo renovada el 15% de la maquinaria a los 15 años. La inversión inicial del proyecto será aportada por los promotores, siendo esta inversión pagada al año 0, por lo que no es necesaria una financiación.

Esta inversión inicial asciende a 575.416,24 €, la cual está compuesta por el Presupuesto de Ejecución Material, un valor que asciende a 559.916,24 €, y el precio de la parcela valorada en 15.500,00 €.

El análisis de rentabilidad se realiza teniendo en cuenta un interés bancario del 5%.

Inversión inicial	575.416,24 €
V.A.N.	2.852.109,73 €
T.I.R.	15,39 %
***Pay-back* o plazo de recuperación**	8 años
Relación beneficio/inversión	4,96 €

Con estos resultados, el proyecto se considera rentable al disponer de un valor de V.A.N. superior a 0 cuando el interés supera al interés bancario, es decir, un 15,39 % frente al 5% del interés bancario. Esto hace que la inversión sea recuperada en 8 años y por cada euro invertido en esta, al finalizar el proyecto se obtengan unas ganancias de 4,96 €.

En lo referente a los análisis de sensibilidad, se estudian tres casos pesimistas para conocer la rentabilidad del proyecto en diferentes situaciones. Se analiza la rentabilidad económica en los casos en los que los gastos variables aumenten un 4%, en el caso de que el precio de venta disminuya un 4% y en el caso de la combinación de ambas situaciones.

Los resultados muestran como en las 3 situaciones el proyecto sigue teniendo una rentabilidad suficiente, pero reduciéndose sustancialmente el plazo de recuperación de la inversión.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
V.A.N.	1.602.832,40 €	1.370.609,02 €	121.331,69 €
T.I.R.	10,89%	10,20%	5,48%
***Pay-back* o plazo de recuperación**	10 años	11 años	16 años
Relación beneficio/inversión	2,78 €	2,38 €	0,21 €

Tabla 15 Resultado del análisis de sensibilidad

El desarrollo de la evaluación económica se encuentra descrita en el Anejo Nº16: Evaluación económica.

16. CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con todo lo expuesto en la memoria, anejos, planos, pliego de condiciones y presupuesto, el alumno del Grado en Ingeniería Agrícola abajo firmante da por finalizado el presente proyecto titulado "PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA".

En Logroño, Septiembre 2020

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática
C/ Madre de Dios, 51
26006 Logroño

El estudiante de Grado en Ingeniería Agrícola

Fdo.: Miguel Galán Rubio

Anejos

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo Nº1
Estudio del medio físico

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. ESTUDIO CLIMÁTICO

1.1. Situación y emplazamiento

Esta planta de elaboración de hidromiel se sitúa en el polígono industrial de La Portalada III en Varea, en el municipio de Logroño (La Rioja). Se encuentra ubicada en Calle Valsalado, SN en la parcela número 20, con una superficie de 3.250 m^2, con una referencia catastral de 9307102WN4090N.

En este caso, como se trata de un suelo clasificado como edificable para uso tanto residencial como industrial, la nave posee agua potable, suministro eléctrico, suministro de gas, red de saneamiento y sus correspondientes vertidos, red de comunicaciones y sistema antincendios.

La estación meteorológica más cercana de la que se van a obtener los diferentes datos climatológicos se encuentra en Logroño. Se encuentra a una altitud de 465 m y con unas coordenadas de latitud 42° 26' 20" N y de longitud 2° 30' 49" O.

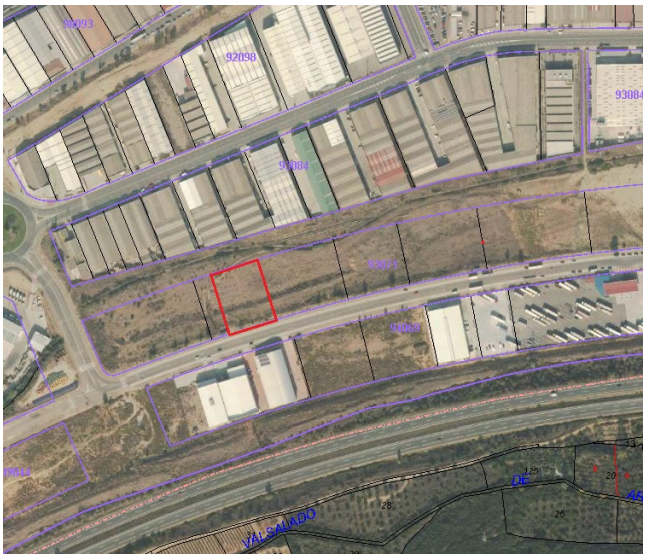


Ilustración 1 Localización de la parcela en el catastro

La parcela tiene unas dimensiones de 65 x 50 m.

1.2. Observaciones termométricas

En la siguiente tabla, se encuentran los datos de las temperaturas obtenidas en los últimos 10 años (2009-2019):

Fecha	Temperatura (°C)			Temperaturas extremas (°C)	
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
ENERO	16,0	-2,7	5,9	9,3	2,7
FEBRERO	18,2	-1,9	6,1	10,4	2,4
MARZO	22,6	0,1	9,1	14,6	4,5
ABRIL	25,6	1,9	11,9	17,6	6,9
MAYO	29,5	2,2	14,4	20,8	8,7
JUNIO	34,8	8,8	19,4	26,3	13,6
JULIO	36,4	11,3	21,8	29,3	15,7
AGOSTO	36,5	10,7	21,9	29,4	15,7
SEPTIEMBRE	32,0	7,9	18,7	25,2	13,2
OCTUBRE	27,8	2,8	14,6	20,3	9,8
NOVIEMBRE	20,4	-0,1	9,2	13,0	6,0
DICIEMBRE	16,1	-2,2	6,2	9,7	3,1

Tabla 1 Temperaturas de los últimos 10 años

Como se puede observar en la Tabla 1, las temperaturas mensuales mínimas se alcanzan en los meses de invierno (diciembre, enero, febrero y marzo), cuya temperatura mínima extrema se registra en febrero con 2,4 °C. En cambio, las máximas se encuentran en los meses de verano (junio, julio y agosto) donde su temperatura máxima se alcanza en agosto con 29,4°C.

1.3. Observaciones pluviométricas

En la siguiente tabla, se recogen los datos pluviométricos obtenidos en los últimos 10 años (2009-2019):

FECHA	Precipitaciones acumuladas (L/m^2)
ENERO	52,6
FEBRERO	41,5
MARZO	45,6
ABRIL	41,5
MAYO	38,8
JUNIO	46,8
JULIO	30,9
AGOSTO	11,9
SEPTIEMBRE	31,4
OCTUBRE	30,1
NOVIEMBRE	61,5
DICIEMBRE	29,7

Tabla 2 Precipitaciones de los últimos 10 años

Como se indica en la tabla anterior, el periodo más lluvioso se encuentra en los meses de enero, marzo y junio. También se puede diferenciar un pico de precipitaciones en noviembre.

En cuanto al mes con más precipitaciones destaca noviembre (61,5 L/m^2) y el que alcanza menores precipitaciones acumuladas es agosto (11,9 L/m^2).

1.4. Características de los vientos dominantes

En la siguiente tabla, se recogen los datos de la velocidad del viento dominante obtenidos en los últimos 10 años (2009-2019):

Fecha	Velocidad media del viento (m/s)	Velocidad media del viento (km/h)
ENERO	2,86	10,34
FEBRERO	2,91	10,43
MARZO	2,77	10,02
ABRIL	2,55	9,23
MAYO	2,52	9,01
JUNIO	2,38	8,58
JULIO	2,36	8,59
AGOSTO	2,30	8,30
SEPTIEMBRE	2,04	7,33
OCTUBRE	1,98	7,14
NOVIEMBRE	2,35	8,46
DICIEMBRE	2,45	8,82

Tabla 3 Vientos dominantes de los últimos 10 años.

Cuando se habla de vientos dominantes, no alcanzan una gran velocidad durante todo el año en Logroño. Sus principales vientos adquieren dos direcciones dominantes. En primer lugar, el WNW. En segundo lugar, el NNW conocido como cierzo, siendo éste el más dominante de los dos, se caracteriza por ser un viento seco y frío.

1.5. Observaciones de la humedad relativa

En la siguiente tabla, se recogen los datos de la humedad relativa obtenidos en los últimos 10 años (2009-2019):

Fecha	Humedad relativa (%)
ENERO	79,4
FEBRERO	75,5
MARZO	68,2
ABRIL	67,2
MAYO	64,7
JUNIO	61,5
JULIO	59,7
AGOSTO	57,8
SEPTIEMBRE	64,5
OCTUBRE	70,4
NOVIEMBRE	80,7
DICIEMBRE	82,4

Tabla 4 Humedad relativa de los últimos 10 años

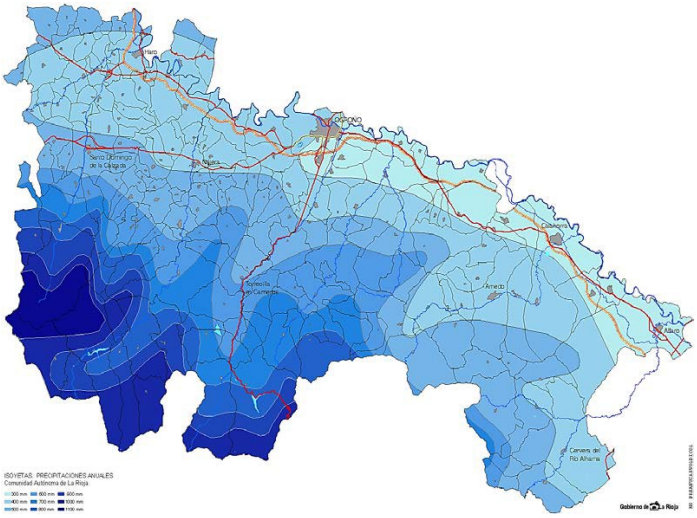
En cuanto a la humedad relativa, la tabla indica que un elevado porcentaje se encuentra en los meses de invierno (noviembre, diciembre, enero y febrero). Por el contrario, los datos de una baja humedad se recogen en verano (junio, julio y agosto).

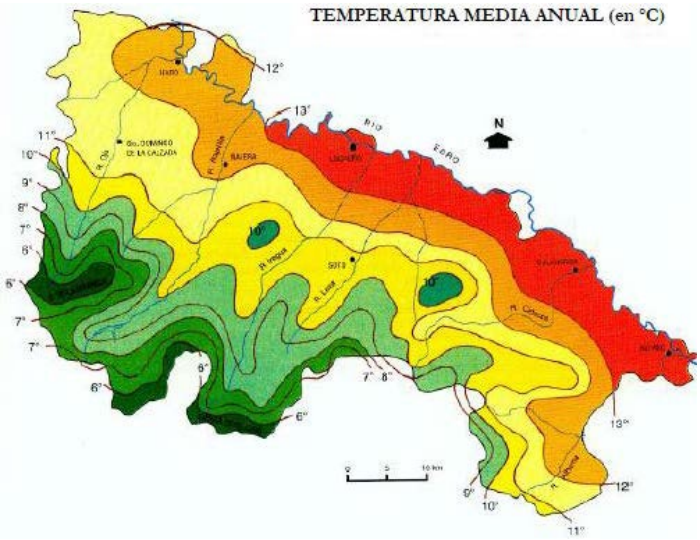
1.6. Clasificación del clima

Una vez conocidos los anteriores parámetros, se realiza una clasificación del clima en el que se encuentra esta industria. En este caso, se denomina mediterráneo continental y se registra como una zona templada. Se pueden diferenciar temporadas frías, en los meses de invierno, donde se generan las masas de aire polar que llegan por los frentes polares y otras temporadas con masas de aire cálido, en los meses de verano, producidas por las zonas subtropicales.

En cuanto a las temperaturas medias anuales, se registran 13,3°C, con un mes de enero frío (5,9°C) y un mes de agosto cálido (21,9°C).

La Rioja se encuentra entre dos zonas montañosas elevadas, los Pirineos y el Sistema Ibérico. Por ello, las precipitaciones que llegan a esta comunidad son más débiles y poco excesivas, debido a que ya han descargado previamente en estas barreras montañosas. Sus precipitaciones acumuladas anuales son de 462,3 L/m^2, con un mes de noviembre muy lluvioso (61,5 L/m^2).





2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El suministro de agua potable del que va a disponer la industria va a realizarse a partir de la Red General de Distribución de Agua del polígono industrial de La Portalada.

2.1. Suministro de agua

El agua potable se va a necesitar en la industria de la siguiente forma: por los procesos industriales, por la higiene y limpieza tanto del personal como de la maquinaria y de la instalación, además de por la instalación contraincendios.

Esta potabilización la asegura el Ayuntamiento a través del Real Decreto 140/2003, donde se garantiza que el agua utilizada es aceptable para el consumo humano ya que ha superado unos análisis organolépticos y físico-químicos previos periódicos. Éstos indican que el agua está libre de microorganismos, de parásitos y de cualquier sustancia que pueda perjudicar al ser humano.

Además, se va a diferenciar la red de agua potable de las aguas residuales gracias a una red de saneamiento que incorpora el polígono.

2.1.1. Características del agua

El agua empleada en la planta será la proveniente de la Red General de Distribución de Agua, la cual se va caracterizar por los valores organolépticos, físico-químicos, no deseables y microbiológicos citados en las siguientes tablas:

Parámetro	Valor paramétrico	Unidades	Método de análisis
Color	15	mg/l	Colorímetro
Turbidez	5	UNF	Turbidímetro
Olor	3-25 °C	Índice de dilución	Análisis organoléptico
Sabor	3-25 °C	Índice de dilución	Análisis organoléptico

Tabla 5 Parámetros de las características organolépticas

Parámetro	Valor paramétrico	Unidades	Método de análisis
Temperatura	25	°C	Termómetro
pH	6-9,5	Unidades de pH	pHmetro
Conductividad	2.500	$\mu S/cm^{-1}$	Conductímetro
Sodio	200	µg/L	Espectrofotometría
Aluminio	200	µg/L	Espectrofotometría
Sulfato	250	µg/L	Espectrofotometría
Cloruros	250	µg/L	Absorción atómica de llama
Calcio	-	µg/L	Absorción atómica de llama
Hierro	200	µg/L	Absorción atómica de llama
Residuo seco	1.500	mg/L después del secado a 180°C	Gravimétrico

Tabla 6 Parámetros de las características físico-químicas

Parámetro	**Valor paramétrico**	**Unidades**	**Método de análisis**
Nitritos	100	µg/l	Espectrofotometría
Nitratos	50.000	µg/l	Espectrofotometría
Mercurio	1	µg/l	Absorción atómica de llama
Cobre	2.000	µg/l	Absorción atómica de llama
Plomo	10	µg/l	Absorción atómica de llama

Tabla 7 Parámetros de las características no deseables

Parámetro	Valor paramétrico	Unidades
Coliformes totales	0	Ufc/100 ml
Coliformes fecales	0	Ufc/100 ml
Estreptococos fecales	0	Ufc/100 ml
Clostridium	0	Ufc/100 ml
Escherichia coli	0	Ufc/100 ml

Tabla 8 Parámetros de las características microbiológicas

2.2. Conclusión

El agua empleada en la industria se caracteriza por ser agua potable porque cumple los parámetros exigidos por el Real Decreto 140/2003, en las tablas anteriores, para poder consumirse y asegurando así su calidad. Por ello, se cumplen todos los requisitos organolépticos, físico-químicos y microbiológicos exigidos.

3. ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el siguiente estudio geotécnico, se va a conocer los diferentes parámetros del suelo que hay que analizar. Se puede determinar que los materiales que componen el suelo donde se encuentra la industria son gravas, arenas, limos y arcillas pertenecientes a la era cuaternaria.

Para conocer si son suelos aptos para la edificación, se deben comprobar las siguientes características:

- La naturaleza, la resistencia y la compactación del suelo a diferentes profundidades
- La profundidad a la que debe ir la cimentación
- La capacidad máxima de carga que tiene el suelo para poder soportar una edificación

Para ello, se deben conocer tanto sus características físicas como sus propiedades resistentes, asegurando una buena edificación. Para ello, se establece una toma de datos por los análisis de suelos de la parcela realizados por el ayuntamiento de Logroño, dando los siguientes resultados.

Parámetro	Características
Textura	Migajoso arenoso
Superficie específica	50-60 m^2/g
Estructura	Esferoidal, mediana, 2,5 mm de terrones
Consistencia	Terreno húmedo firme
Profundidad	Muy profundo (superior a 250 cm)
Densidad aparente	1,3-1,5 g/cm^2
Porosidad	0,4-0,5 $\%/cm^3$
Contenido en humedad	35%
Plasticidad	Grado medio-bajo

Tabla 9 Características físicas del suelo del polígono industrial de La Portalada

En cuanto a las propiedades resistentes del suelo, el terreno de cimentación se clasifica por:

- Terrenos sin cohesión formados por arenas finas: inferior al 30% de grava y gravilla (cantos con un tamaño superior a 2 mm) y superiores al 50% de arenas finas (granos con un tamaño entre 0,2-0,6 mm) y limo inorgánico (con un tamaño inferior a 0,06 mm). También se incluye una cantidad moderada de arcillas

- La presión admisible en el terreno de la cimentación es de 2,5 kg/cm^2 en una profundidad de 0,8 m

- Los asientos generales admisibles son de 1,7 t/m^3

- El ángulo de rozamiento interno es de 30º y su índice de huecos se encuentra alrededor del 40%

3.1. Conclusión

Conforme al estudio geotécnico, el terreno cumple las exigencias para construir sin que se genere ningún problema. El suelo de la parcela elegida está calificado como suelo urbano de carácter industrial, por lo tanto, los datos geológicos de éste no suponen ningún problema para la edificación de una nave en el polígono industrial de La Portalada.

4. INFRAESTRUCTURA EXTERIOR

4.1. Vías de comunicación

La parcela que se encuentra en el polígono de La Portalada III se ubica al sureste de Logroño, entre las carreteras AP-68, A-12 y N-232. Por ello, dispone de una serie de redes de comunicación que se comunican con Logroño.

Se diferencian varias vías de comunicación cercana:

- Por carretera: desde el centro de Logroño, se tarda aproximadamente 8 minutos atravesando la Calle Gral. Vara de Rey y N-232/A-12/LLO-20 hacia Senda de los Paletones y continuar hasta la Calle Valsalado.

  A nivel nacional, se disponen de las siguientes carreteras para comunicación directa:

- N-232 y AP-68 con Aragón, el País Vasco y Cataluña
- N-120 con Vigo, Madrid y con Burgos
- N111 con Soria, Madrid y Pamplona
- A-13: permite realizar intercambios comerciales entre La Rioja y Navarra.

Además de por carreteras, se puede tener contacto por:

- Avión: mediante el aeropuerto de Agoncillo a aproximadamente 15 Km de este polígono
- Ferrocarril por medio de RENFE se puede comunicar como transporte de mercancías con toda España.

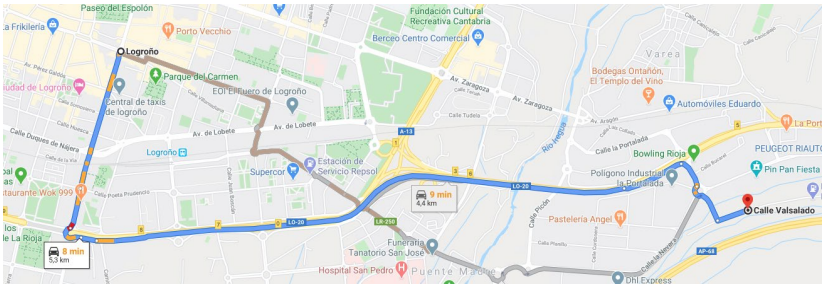


Ilustración 2 Ruta por carretera para acceder a la parcela desde Logroño (La Rioja)

4.2. Instalaciones de la parcela

Como ya se ha comentado antes, la parcela posee acometida que va a la Red de Distribución de agua potable. Además, también incorpora una instalación de suministro eléctrico, una red de alcantarillado, una red telefónica y fax y de suministro de gas. Todas ellas se encuentran a pie de parcela.

4.3. Viales de acceso y comunicación de la parcela

La nave industrial se encuentra en la Calle Valsado, muy próxima a la carretera LO-20. A la parcela se puede entrar desde la calle Senda de los Paletones, tanto en vehículo como a pie. Su ubicación se puede encontrar más detallada en el Plano nº1: Situación y emplazamiento.

5. CONDICIONANTES URBANÍSTICOS

5.1. Condiciones generales de edificación

Las condiciones de edificación van a depender del polígono en el que se encuentre la nave. En este caso, en el polígono de La Portalada se van a caracterizar por:

- La altura máxima a cubierta se establece en 7,50 m de altura. Solo pueden ser naves con una altura máxima superior si son actividades concretas y en su proceso de fabricación necesitan un mayor volumen.
- Su cerramiento es de 2 m máximo y con un zócalo de hormigón de 70 cm.
- La superficie destinada a las oficinas no puede superar el 20% de la superficie edificable de la parcela.
- La superficie mínima de la parcela debe ser:
  - Para una industria grande: 3.000 m^2.
  - Para una industria pequeña: 1.000 m^2.
  - Para una empresa pequeña: 400 m^2.

5.2. Condiciones generales de urbanización

Las condiciones generales de urbanización se encuentran recogidas en las normas urbanísticas del Plan General Municipal, facilitado por el Ayuntamiento de Logroño. En estas condiciones se recogen las condiciones mínimas que deben cumplir las infraestructuras:

- Abastecimiento de aguas: la instalación de abastecimiento de agua se caracteriza porque el diámetro mínimo de las tuberías es de 100 mm, con una velocidad máxima admisible de 0,5-1,5 m/s y se deben encontrar por debajo de las zonas

verdes y de las aceras. Se utilizará la red mallada y una presión de la acometida que entre los 18-60 m. c. a.

- Saneamiento y alcantarillado: la red de saneamiento y de alcantarillado se diseña bajo la zona de servicios, calzadas y aceras, con una profundidad mínima de 1,2 m. Su velocidad de circulación del agua se encuentra entre 1-5 m/s.

- Suministro de energía eléctrica: tanto la red de alta tensión como la de baja tensión será subterránea, con unos centros de trasformación prefabricados para las entradas y salidas subterráneas. La red de alta tensión se encuentra normalizada por la compañía que suministra la zona, en cambio, la red de baja tensión será de 400/230 V.

5.3. Licencias urbanísticas

Se diferencian los siguientes tipos de licencias:

- Licencias de obra: se deben cumplir las normas urbanísticas del polígono citadas anteriormente. Es imprescindible para comenzar con la construcción. Se trata de unas licencias que se caducan al año si no se ha dado comienzo con la obra.

- Licencias de instalación y construcción: necesita la autorización de la Comisión de Urbanismo de La Rioja. En ella se presenta el proyecto para conocer cómo va a afectar al medio ambiente.

- Licencias de actividad: se solicita en el Ayuntamiento de Logroño, necesitándose para el funcionamiento de la industria, es decir, para que pueda dar comienzo su proceso de elaboración.

5.4. Ficha urbanística

La ficha urbanística va en función de la normativa del polígono industrial en el que se encuentre la nave. En este caso, cumple la norma del Polígono Industrial de La Portalada.

DESCRIPCIÓN	EN NORMATIVA	EN PROYECTO	CUMPLIMIENTO
Uso del suelo	Industrial	Industrial	Sí
Parcela mínima	2.000 m^2	3.267 m^2	Sí
Ocupación máxima	80%	37,9 %	Sí
Número de plantas	3	1	Sí
Altura máxima	7,5 m	7 m	Sí
Vuelo máximo	-	Sin vuelo	Sí

Tabla 10 Ficha urbanística de la industria

Anejo Nº2
Ingeniería del proceso productivo

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. ESTUDIO DE MATERIAS PRIMAS, ADITIVOS Y AUXILIARES

1.1. Producto a elaborar

A día de realización del presente proyecto se encuentra en falta de regulación legal la definición de hidromiel en España.

La hidromiel se trata de una bebida alcohólica fermentada a base de una dilución acuosa de miel de abejas y agua, en donde sus características organolépticas pueden ser muy variadas en función de los aditivos que se empleen en su elaboración, respetando normalmente el aroma a miel. Se busca un color amarillo pajizo con destellos dorados, limpio y brillante. Como aromas principales se desea adquirir aromas a frutas blancas, tropicales o vegetales. En boca destaca un largo postgusto de miel, semiseco y con un buen final.

Su consumo se está viendo incrementando hoy en día en diferentes partes del mundo, siendo una buena salida económica para sectores rurales donde la apicultura es la principal fuente de ingreso para gran parte de la población.

Existen una enorme variedad de estilos de hidromiel, siendo en el caso del trabajo a desarrollar una hidromiel semiseca de estilo tradicional, en la cual la densidad final rondará los 1007-1014 g/L.

El grado alcohólico del producto puede variar en función de la concentración de sustrato (miel de abeja) en la dilución y la cepa de levadura que realice la fermentación, siendo en el caso del producto a desarrollar entre 13 y 14%.

El color del producto variará desde amarillo pajizo a ámbar oscuro en función de los parámetros de la elaboración. El cuerpo de la hidromiel será ligero para facilitar el consumo.

El pH final del producto ronda las 3,8 unidades. La acidez total del producto varía entre 3,9 y 9,0 g/L en gramos de ácido tartárico y no superará los 1,4 g/L de acidez volátil en ácido acético.

El producto se encuentra exento de conservantes, estabilizadores, colorantes o aromatizantes, sin embargo, sí que se emplean aditivos durante la elaboración como bentonitas o nutrientes nitrogenados.

1.2. Descripción de las materias primas

1.2.1. Miel de abeja

Según la Directiva del Consejo 2001/110/CE de 20 de diciembre de 2001, relativa a la miel, se define como miel de abeja a la "*sustancia natural dulce producida por la abeja Apis mellifera a partir del néctar de plantas, de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas".*

La miel con la que se trabaja está compuesta principalmente de azúcares entre los que predominan la fructosa y la glucosa. También pueden encontrarse otros productos como ácidos orgánicos, enzimas y una cantidad variable de sólidos en suspensión. Su color puede ser desde casi incoloro hasta pardo oscuro y tener una consistencia fluida, espesa o cristalizada y su aroma dependerá de su origen vegetal.

Se trabaja con miel de flores la cual procede del néctar de las plantas, la cual favorece la elaboración de hidromiel a causa de su alta potencia aromática, dulzor y color más claro.

Dado el emplazamiento de nuestra industria (Anejo Nº1), no disponemos de una zona propicia para una actividad apícola cercana, sin embargo, la apicultura es una actividad implantada en las zonas rurales de La Rioja, siendo posible la compra de la materia prima a proveedores autorizados de estas zonas para la elaboración del producto, ayudando así a la par a proporciona importantes ingresos y contribuir al mantenimiento de población en el medio rural.

La miel con la que se trabaja para la elaboración del producto dispondrá de una densidad cercana a 1420 g/L con una cantidad de glucosa y fructosa entre 70 y 80% y una cantidad de azúcar de 8,2 g/kg de miel de abeja.

El pH es un factor que se puede ajustar con la adición de ácidos débiles como cítrico o tartárico, pero la miel de abeja se encuentra recogida en un rango entre 3,5 y 4,2 unidades de pH, encontrando el óptimo fermentativo en 3,8. Esto nos hace no considerar el pH como un factor limitante en la elaboración.

La miel de abeja se recibirá semanalmente para intentar que el producto se encuentre lo más fresco posible. Se recepciona en formato de bidones metálicos herméticamente cerrados y con cualidades para su reutilización. La empresa responsable del transporte de la miel de abeja en los bidones metálicos, se encargará de la limpieza, higienización y desinfección de los mismos.

1.2.2. Agua de elaboración

Dado que la hidromiel es una bebida con un importante aporte hídrico (70-75%), debemos asegurar la calidad, tanto sanitaria como organoléptica, de esta materia prima. Además, el agua es un elemento importante a tener en cuenta, además de como materia prima para la elaboración, como elemento de limpieza, higienización y refrigeración.

Es necesario conocer los diferentes análisis del agua de uso para tener la información necesaria para realizar los correspondientes tratamientos que supriman los componentes indeseables o añadir elementos para obtener el agua en perfectas condiciones para el propósito deseado.

El agua que se emplea para la elaboración es la procedente del agua de red pública del término municipal de Logroño, asegurando un mínimo de calidad, siendo esta apta para consumo y sin riesgo de contaminaciones.

Los análisis del agua disponible de la red de distribución de Logroño a fecha de diciembre de 2019 de los parámetros que resultan importantes para la planta son las siguientes:

Parámetros	Unidad	Valores	Valores paramétricos
Clostridium perfringens	UFC/100 mL	0	0,00
Enterococo	UFC/100 mL	0	0,00
Escherichia coli	UFC/100 mL	0	0,00
Temperatura	°C	10,5	25,00
Turbidez	NFU	< 0,2	1,00
Conductividad a 20°C	µS/cm	385	2.500,00
Dureza	ºF	19	50
Oxidabilidad	mg/L	1,12	5,00
Hierro	µg/L	< 100	200,00
Sodio	mg/L	8,6	200,00
Sulfato	mg/L	77,9	250,00
Cobre	mg/L	< 0,1	2,00
Mercurio	µg/L	< 0,1	1,00
Total plaguicidas	µg/L	< 0,5	0,50
Nitritos	mg/L	< 0,04	0,10
Aluminio	µg/L	62,89	200,00
Bicarbonatos	mg/L	133,02	-
Calcio	mg/L	58,4	-
Carbono orgánico total	mg/L	1,2	-
Cloro combinado residual	mg/L	< 0,1	2,00
Cloro libre residual	mg/L	0,69	1,00
Color	mg/L Pt/Co	< 5	15,00
Olor	In. Dil.	< 3	3,00
Sabor	In. Dil.	< 3	3,00
Bacterias coliformes	UFC/100 mL	0	0,00
pH	Unidades pH	7,88	9,50
Recuento de colonias a 22°C	UFC/1 mL	0	100,00

Tabla 1 Características del agua disponible de la red de distribución de Logroño en Diciembre de 2019

Estos análisis realizados por el Ayuntamiento de Logroño dan a ver un agua apta para el consumo humano según el RD 140/2003 de 7 de febrero.

Por la información que podemos obtener de la Tabla 1 y con los factores buscados de elaboración, pese a disponer de un agua de buena calidad en todos los parámetros, buscamos obtener un agua blanda, es decir, un agua entre 0 y 5 ºF. El agua que se empleará, sale de la red con 19ºF (agua muy dura), por lo que se debe de realizar un tratamiento de ablandamiento con un equipo de ósmosis inversa.

No es viable la instalación de un descalcificador de resinas dado que, aunque eliminan calcio, sulfatos y carbonatos que afectan a la dureza del agua, también los reemplazan por iones de sodio y cloruro que no interesa que estén presentes en el agua de elaboración.

Los equipos de ósmosis inversa son económicos en relación con otros tratamientos y disponen en su interior un tratamiento con carbón activo además de la propia ósmosis inversa, dando un rendimiento muy elevado en la purificación de iones, reduciendo la dureza hasta el valor buscado de 2,5 ºF.

1.2.3. Levadura

Se denomina levadura a un conjunto muy amplio de hongos, por lo general microscópicos y unicelulares, los cuales son capaces de realizar procesos metabólicos y anabólicos empleando distintas sustancias orgánicas, particularmente los azúcares y los carbohidratos, para obtener como subproducto otras sustancias específicas como alcoholes.

Pese a que existen una amplia gama de levaduras que podrían realizar la fermentación de los azúcares en alcohol, se emplea para la fermentación alcohólica de nuestro producto la levadura del género *Saccharomyces* y dentro de esta la especie *cerevisae*, siendo esta la que mejor responde en empresas vinícolas y cerveceras. Esta levadura se define como con un carácter anaerobio facultativo, que es capaz de crecer en medios anaerobios y aerobios, ser capaz de metabolizar una amplia serie de productos del medio, dando prioridad a la glucosa para generación de etanol. Dentro de esta levadura, podemos encontrar diferentes cepas, buscando la más adecuada para generar las características organolépticas más deseables para la hidromiel, es decir, que aporte aromas frescos y florales por su generación de ésteres a bajas temperaturas. La levadura *Saccharomyces cerevisae* tiene una buena resistencia al alcohol, por lo que nos asegura que conseguiremos la graduación alcohólica deseada con un rendimiento aproximado de fermentación de 17 g de azúcar consumido para generar un grado alcohólico volumétrico.

La forma de recepción será como levadura seca activa (LSA) en paquetes de 1 kg, siendo recibida mensualmente. Esta forma de recepción es adecuada para el volumen de producción y garantiza una alta viabilidad de las levaduras en el almacenamiento.

1.2.4. Bentonita

La bentonita es una arcilla de grano muy fino con características aptas para su empape en agua que le dan sus propiedades de captar las proteínas presentes en el fluido y debido a su peso molecular precipita al fondo del depósito. Se tratan de silicatos de aluminio hidratados con cationes intercambiables de sodio.

Se empleará en el proceso de clarificación de la hidromiel una bentonita sódica natural en forma granulada que hace precipitar las proteínas y partículas en suspensión que resulten tras el trasiego de fermentación y consigue una hidromiel limpia y estable. Además, este producto reduce los riesgos de la aparición del "gusto de luz" producido por las riboflavinas. Las bentonitas sódicas tienen un mayor hinchamiento y adsorben mayor cantidad de proteínas, sin embargo, dejan un gran volumen de pérdidas como sedimentos (3-10%).

Las dosis de empleo van de 40 a 200 g/hL, debiendo realizar ensayos de clarificación para conocer la dosis mínima necesaria.

Su peso específico es aproximadamente 2,65 g/cm^3 y su densidad aparente ronda los 0,7-0,9 g/cm^3.

Para el empleo de la bentonita sódica, se mezcla con agua en proporción 1:20, agitando continuamente hasta completa homogenización, y se deja reposar durante 12-24 horas. Tras eso, se agita de nuevo y se añade al depósito que se desea clarificar, en el cual se le debe realizar un remontado de homogenización posterior, evitando siempre la oxigenación de la hidromiel.

El efecto es mayor si se efectúa sobre la mitad de la masa a tratar, por lo que se opta por emplear el doble de depósitos de clarificación que de fermentación.

El formato de recepción será en bolsas de 20 kg, debiendo guardar el producto cerrado en un almacén seco, fresco y ventilado y una vez abierto, se deberá cerrar lo más herméticamente posible, dado que las bentonitas captan muy fácilmente la humedad y los olores, y se devuelve al almacén con las características anteriormente citadas.

Aunque la bentonita sea un clarificante muy efectivo, en caso de sobredosificar sin haber realizado las pruebas pertinentes de clarificación, puede conllevar excesivas pérdidas de compuestos aromáticos. Las pérdidas por uso de este producto se encuentran entre 3 y 10% dependiendo de la cantidad empleada. Los residuos resultantes del empleo de la bentonita serán desechados, almacenados debidamente y recogidos por un gestor cualificado.

El empleo de este producto conlleva una serie de riesgos descritos en la ficha de seguridad del producto.

El tiempo de efectividad del producto dependerá de la dosis y de los ensayos realizados, pero rondará los 11 días hasta que precipite todas las partículas en suspensión.

1.2.5. Nutrientes nitrogenados

En el caso del producto estudiado, la fermentación podría ser microbiológicamente inestable. Una dosis controlada de nutrientes en el proceso fermentativo reduce los riesgos de una lenta cinética fermentativa o incluso paradas que podrían dar como resultado la presencia de microorganismos contaminantes que generaran un aumento de la acidez volátil y otros metabolitos indeseables. El nitrógeno aumenta el número de células de la población de levaduras y estimulando la tasa fermentativa en cada una de estas células. Esto es debido a que las levaduras metabolizan el nitrógeno para sintetizar los ácidos orgánicos que constituyen su membrana celular y resistir los tóxicos del medio.
Los nutrientes empleados vendrán en forma de compuesto de diamonio fosfato (DAP), siendo una forma inorgánica de nitrógeno que será distribuido durante el proceso de fermentación en 3 etapas, lo que nos asegurará que la población de las levaduras es capaz de terminar la fermentación hasta la densidad deseada. El DAP es un compuesto muy asequible por las levaduras, siendo este la fuente prioritaria de nitrógeno de las levaduras.

La adición se realizará un 70% de la dosis en las primeras etapas fermentativas, en la fase de latencia, otra adición del 20% de la dosis con una densidad de aproximadamente 1040 mg/L y una última adición del 10% con una densidad cercana a 1000 mg/L.
Las cantidades a añadir en cada etapa será de 386 g, 110 g y 55 g respectivamente.

Se estima que, en casos generales, la cantidad de nitrógeno presente en el mosto para una correcta fermentación debería ser como mínimo de 1 mg/g de azúcar. Pese a que la miel dispone 100 mg/100 g de extracto seco de aminoácidos libres, sin embargo, la mayoría proviene de la prolina (50-85%), el cual es un aminoácido que la levadura no es capaz de metabolizar, encontrándose en la zona de estudio mieles con concentraciones medias de 812 mg/kg de prolina. Esto hace que el nitrógeno total de la miel presente un valor medio en la zona de estudio de un 0,04%.

El polen es un componente esencial de la miel que proviene de las flores que liban las abejas y sus granos se adhieren a los insectos siendo transportados y depositados en la colmena. Pese a que es un componente muy rico en nitrógeno, su contenido en mieles florales es menor del 0,01% y por tanto no es importante desde un punto nutricional.

Será necesario una adición de nutrientes por lote con una dosis de 230 mg/L.

El formato de recepción será en paquetes de 1 kg recibidos semanalmente.

1.3. Descripción de materias auxiliares

Se define como material auxiliar a todo aquel empleado en el embotellado, encajado, etiquetado y transporte del producto final. Todas las materias auxiliares pueden ser almacenadas a temperatura ambiente al no verse modificado por las variaciones de temperatura ni tienen problemas de conservación en este aspecto, pero, sin embargo, debe disponerse en una sala de almacenaje para protegerlo de la luz solar, humedades excesivas que puedan dar lugar a formaciones de hongos y encontrándose recubiertos adecuadamente para evitar la deposición de polvo en ellos si no se están empleando en el momento.

1.3.1. Etiquetas

El producto final debe ir bien identificado mediante etiquetas de vinilo autoadhesivas en las que se podrá encontrar toda la información del producto necesaria. Las etiquetas deben ser resistentes y no verse comprometida la lectura de dicha información por borrones o perdidas de pigmentación de las etiquetas.

Las etiquetas vendrán en formato de bobina adecuadas para un etiquetado automático. Al disponer el producto final de una cantidad superior a 1,2% de alcohol, se corresponde a una bebida alcohólica y, por tanto, acogiéndonos a la normativa vigente del RD 1334/1999 de 31 de julio, los elementos que se deben disponer en las etiquetas serán:

- Número de inscripción en el Registro de Envasadores y Embotelladores de Vinos y Bebidas alcohólicas
- Nombre comercial
- Denominación de venta: Hidromiel Tradicional Artesana
- Lista de ingredientes: elaborado a base de agua, miel y levadura
- Grado alcohólico volumétrico: 13,5%.
- Cantidad neta: 0,33 L o 0,75 L
- Condiciones de conservación: mantener en un lugar fresco y seco
- Identificación de la empresa, indicando nombre o razón social y el domicilio
- Marcado de fechas de consumo preferente
- País de origen: España
- Número de lote con la codificación deseada
- Logotipo de la certificación que cumple con la normativa CE.

Las botellas de 0,33 L vienen con una única etiqueta relativamente grande donde cabe toda la información necesaria en los laterales de esta. En el caso de las botellas de 0,75, se empleará una etiqueta frontal más pequeña con una contraetiqueta.

En las botellas de 0,33 L se emplearán etiquetas rectangulares de 120 mm de longitud y 80 mm de altura y en el caso de las botellas de 0,75 L se empleará una etiqueta frontal de 80 mm de longitud y 120 mm de altura y una contraetiqueta de 60 mm de anchura y 80 mm de altura.

Antes de adquirir las bobinas nos debemos informar de si la salida de la bobina es exterior o interior, del diámetro del mandril interior y el bobinado exterior referido a el ancho de la bobina el cual dependerá del número de etiquetas que necesitemos.
En este caso, se emplearán bobinas de menos de 300 mm de diámetro.

En este caso, la toma de la etiquetadora es para bobina exterior, adecuada para 76 mm de diámetro de mandril interior y se emplearán bobinas de 5.000 etiquetas con un bobinado exterior de 300 mm para las botellas de 0,33 L y otras bobinas mixtas para etiqueta frontal y contraetiqueta en el caso de las botellas de 0,75 con 5.000 etiquetas por bobina con un bobinado exterior de 300 mm.

1.3.2. Botellas

Las botellas serán oscuras de colores topacio opaco para proteger el contenido de la luz directa siendo un producto sensible a este factor.

Los dos volúmenes con los que se trabaja son 0,33 L y 0,75 L. Esto nos permitirá cubrir las necesidades de los consumidores y clientes. Estas botellas se almacenan antes de su expedición en un lugar fresco y seco para no alterar el producto. Al no tratarse de un producto perecedero se puede almacenar en un almacén adecuado, mientras que el producto final se recomienda su consumo en el plazo de un año desde su embotellado.

Para las botellas de 0,33 L, empleamos una botella de cuello y cuerpo ensanchado y corto tipo *Stubby*, cilíndrica, de color muy oscuro que da un factor diferenciador de los productos que podemos encontrar. Las características de este tipo de botellas serán:

Tipo	*Stubby*
Capacidad	0,33 L
Altura	174,0 mm
Diámetro	70,5 mm
Color	Extranegro
Peso	305 g
Boca	Corona 26 mm

Tabla 2 Ficha de botellas de 0,33 L

En el caso de las botellas de 0,75L, emplearemos una botella similar a la borgoña clásica, la cual tiene un diseño elegante al no existir una diferenciación pronunciada entre el cuello y el cuerpo de la botella. Sus características serán:

Tipo	*Belgium*
Capacidad	0,75 L
Altura	300 mm
Diámetro	73,8 mm
Color	Topacio oscuro
Peso	650 g
Boca	Corona 26 mm

Tabla 3 Ficha de botellas de 0,75 L

Ambas botellas serán recepcionadas mensualmente.

1.3.3. Tapones corona

Los tapones corona o chapas serán insertadas automáticamente en el cuello de la botella por la taponadora automática para conseguir un cierre hermético de la botella y evitar la entrada de oxígeno que modifique negativamente el producto final.

Ambas botellas tienen una boca de 26 mm de corona, por lo que se adquiere tapones corona para esa dimensión. Todos los tapones adquiridos cumplen la normativa europea CE de calidad.

Los tapones corona serán metálicas las cuales disponen en su interior de un obturador para que se ajuste correctamente al cuello para asegurar la estanqueidad.

Se recibirán en formato pack de 5.000 tapones corona, los cuales serán embalados en bolsas de polietileno blancas y embaladas en cartón.

1.3.4. Cajas de cartón

Las cajas se recepcionan en torres rectangulares sujetadas con bridas plásticas, desmontadas para poder almacenar una cantidad suficiente para las necesidades de la industria.

Cada formato de botella que se vaya a embotellar lleva su propia caja, para conseguir aprovechar al máximo el espacio de esta.

En el caso de las botellas de 0,33L, se emplean unas cajas preparadas para almacenar en ellas 24 botellas de 0,33L con las dimensiones específicas de las botellas que se emplearán. Estas disponen de unas medidas exteriores de 42,3 cm x 28,5 cm x 23 cm y

unas rejillas colmena desmontables de 24 orificios. El peso de cada caja vacía será de 350 g.
Por otro lado, las cajas de las botellas de 0,5 L, pueden almacenar hasta 12 botellas de 0,75 L con las dimensiones de las botellas que se emplearán en el embotellado. Las dimensiones de estas cajas serán de 29,6 cm x 22,3 cm x 33 cm y unas rejillas colmena desmontables de 12 orificios. El peso de cada caja vacía será de 230 g.

1.3.5. Palés

Los palés o palés empleados para el transporte de mercancías y productos terminados serán unos palés de 115 x 115 cm de tipo taco fuerte cerrado con una resistencia estática de 4.000 kg y una resistencia dinámica de 1.500 kg con un peso de 15 kg y una altura incluyendo el taco de 14 cm.

1.3.6. Films plásticos estirables de embalar

Los films plásticos de polietileno se emplean para embalar las cajas de productos recogidos en los palés para asegurar la mercancía y evitar las caídas. El film será transparente para poder ver cualquier indicación necesaria, autoadherente por la cara interior para mayor sujeción y en formato de rollo para desplegarlo fácilmente alrededor del palé. Deben de ser resistentes a ser rasgados, no ceder con la carga y evitar la adherencia de polvo.

El rollo tendrá unas dimensiones de 45 cm de ancho, 60 cm de longitud y 300 m de largo. Tiene un espesor de 17 micras y un peso total de 2,6 kg.

El formato de recepción de los films plásticos será en bobinas, las cuales darán para embalar un total de 76 palés.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROCESO PRODUCTIVO

En este apartado, se desarrollarán los pasos referentes al proceso productivo de la hidromiel en la industria.

El proceso debe ser lo más eficiente posible y garantizar un flujo continuo de producto, encontrándonos todas las fases relacionadas entre sí.

El proceso de elaboración está compuesto principalmente de 3 fases: procesos previos a la elaboración, procesos de elaboración y procesos posteriores a la elaboración.

Como procesos previos al proceso de elaboración tenemos la recepción de las materias primas y el tratamiento del agua; como procesos de elaboración encontramos el calentamiento del mosto y la fermentación alcohólica y como procesos posteriores

encontramos la maduración en los tanques de fermentación y la limpieza de las instalaciones.

2.1. Recepción de las materias primas

Las materias primas nos llegan a la industria transportadas por camión, las cuales se someten a unas pruebas y análisis de calidad, mediante un muestreo aleatorio de cada lote de materia prima. En el caso de que se encuentren alguna discrepancia entre lo encontrado en las pruebas de calidad y lo deseado, el lote completo se rechazará.

Es muy importante el control de la miel dado que es la materia prima más susceptible a contaminaciones, mientras que la levadura, la bentonita y los nutrientes tienen un riesgo mínimo de sufrir alteraciones y no es necesario realizar ningún control adicional.

Los controles de calidad que se le realizan a los lotes de miel recibidos serán:

- Determinación del contenido de humedad
- Determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua
- Determinación de la acidez
- Conductividad eléctrica
- Determinación del contenido de Hidroximetilfurfural (HMF)

Estos análisis de recepción se desarrollan en el Anejo Nº4 apartado 2.1.

Además de estos análisis de laboratorio, se realiza una inspección visual y se comprueba que sea del tipo de miel deseado.

La miel se recibirá semanalmente ya que, siendo esta la materia prima principal de la industria, se debe adquirir de una forma continua para renovar con la adecuada periodicidad el almacén de materias primas porque, aunque se conserve de la forma más segura para evitar problemas o pérdidas organolépticas, al tratarse de miel sin procesar siempre es mejor cuanto más fresca se encuentre.

La miel, al ser una solución sobresaturada de azúcar (más del 70%), precipita la glucosa fuera de la solución en forma de cristales. Este proceso es conocido como la cristalización de la miel. Este fenómeno hará que sea necesario un calentamiento leve previo a la adición de la miel de abeja sobre el depósito de mezcla. Esta sobresaturación de la glucosa es un fenómeno debido a la temperatura, dándose la precipitación máxima se da entre 11 y 15°C.

La miel de abeja será recibida y almacenada en bidones metálicos reutilizables de 200 L de capacidad, los cuales no tienen efectos en la composición del producto.

Las temperaturas prolongadas superiores a 27°C o un tratamiento térmico superior a 75°C envejecen la miel al verse afectados los azucares de la miel. Una miel afectada por estos fenómenos se mostrará como miel oscura, sin actividad enzimática, menos capacidad antibiótica, menor sabor y olor y un aumento en la concentración de

hidroximetilfurfural. Es por eso que es necesario la observación visual y análisis de HMF para reconocer las mieles afectadas o tratadas térmicamente.

Otro factor que debemos de tener en cuenta es la humedad, ya que la miel es capaz de absorber la humedad ambiental, pudiendo evitarse guardándola en los bidones metálicos herméticamente cerrados durante su almacenamiento.

Hay que tener en cuenta que la miel es altamente estable respecto de los microorganismos debido a su baja actividad con agua, bajo contenido de humedad, bajo pH y constituyentes antimicrobianos.

La miel comienza a perder sus propiedades organoléptica a los 2 años con las condiciones perfectas de almacenamiento, pero siempre se va a intentar no llegar a los dos años para consumir el lote.

2.2. Tratamiento del agua

El agua es una materia prima muy importante para la elaboración de este producto, por lo que debe de encontrarse en las condiciones adecuadas para la elaboración.

Como se ha citado anteriormente en "Descripción de las materias primas", el agua compone casi de un 70% del contenido total del producto y por tanto se ve reflejado en la calidad final del producto.

Debe cumplir con las exigencias de calidad correspondientes para el agua potable, siendo este el caso al ser agua procedente de la red de servicio público. Sin embargo, el agua debe tratarse ya que pese a ser potable, no cumple completamente las necesidades de esta para ser un ingrediente del producto final en lo referente a dureza o a la posible presencia de elementos indeseables como pesticidas o microorganismos.

Las sales disueltas en el agua tienen una gran importancia en las reacciones que se producen en la elaboración y por tanto debemos controlarlas para que no afecten negativamente al perfil sensorial final.

Además, debemos asegurar los niveles de cloro u otros elementos que pueden dar efectos negativos, instalando para ello un sistema de tratamiento de carbón activo incluido en el equipo de ósmosis inversa (descrito en el Anejo Nº3 apartado 2.1.11.) para retener estas partículas de cloro, eliminar todo sabor y olor extraño, o microcontaminantes como los pesticidas. El agua se hace pasar por este filtro antes de su servicio en planta para su uso en la elaboración y limpieza.

El equipo de ósmosis inversa, inmediatamente posterior al tratamiento con carbón activo, nos asegura un agua libre de iones y cualquier elemento indeseable para el agua de consumo en la planta.

2.3. Calentamiento y mezcla del mosto

Es el primer paso del proceso de elaboración. Consiste en producir el mosto que posteriormente se fermentará. Para ello, se calienta la miel para que pase a estado líquido a 37°C, para tras esto añadirlo al tanque de calentamiento del mosto donde se mezclará con el agua con su correspondiente agitación para conseguir un mosto homogéneo.

El mosto está formado por una solución de agua al 73% y un 27 % de miel de abeja, y pese a ser una mezcla muy diluida, la concentración de azucares sigue siendo elevada. El proceso de calentamiento del mosto hace una mejor mezcla de los componentes de la solución, ya que disminuye considerablemente la viscosidad de la miel y favorece su homogenización.

La operación se lleva a cabo en dos fases. En la primera, el agua se lleva a una temperatura de 40 °C. Una vez alcanzada la temperatura en el agua, se procederá a verter la miel de forma lenta y continua sobre el tanque de calentamiento. El depósito dispone de un sistema de agitación interno para realizar dicha mezcla. Se mantiene la temperatura, pero en ningún caso, se debe superar los 45°C, dado que comenzará la liberación de los compuestos volátiles de la mezcla, nutrientes importantes para la multiplicación de la levadura y generación de aromas indeseables…

El tiempo de calentamiento en nuestro caso de elaboración será de unos 40-60 minutos.

Una vez transcurrido el tiempo de calentamiento, el mosto se enfría previamente a ser llevado a los tanques de fermentación e inocular las LSA. El enfriamiento debe de ser lo más rápido posible hasta alcanzar temperaturas de inoculación entre 20-25°C, empleando para ello intercambiadores de placas, los cuales se adaptan adecuadamente a nuestro propósito dado que enfrían muy bien por su alta transferencia calorífica y su reducido tamaño.

2.4. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es aquel proceso en el cual los carbohidratos fermentables (azucares), mediante rutas metabólicas de las levaduras son transformados en etanol, anhídrido carbónico y otros subproductos. Es un proceso anaerobio capaz de ser realizado tanto por levaduras como por algunas bacterias donde los mono y disacáridos se transforman en alcohol etílico para generar energía (ATP) para poder multiplicarse en ausencia de oxígeno, además de generar altas cantidades de gas carbónico.

El proceso de fermentación de la hidromiel es particularmente difícil a causa de una alta concentración de azúcar en el mosto que da como resultado una elevada presión osmótica. Aunque sea un medio inapropiado para el crecimiento de microorganismos, modificando la cantidad de agua se puede llegar a alcanzar valores apropiados para que se desarrollen las levaduras deseadas.

La temperatura de fermentación es la variable más importante para la elaboración de hidromiel. Se maneja la fermentación entre 20-25°C, temperatura en la cual las levaduras se encuentran metabólicamente activas sin llegar a afectar al producto final, el cual afecta directamente a las características aromáticas al modificar la generación de sustancias volátiles. Esta temperatura de fermentación óptima irá cambiando durante todo el proceso, dado que las levaduras irán consumiendo azúcares y generando kilocalorías al exterior, aumentando drásticamente la temperatura. Es por eso, entre otras cosas, que se necesita un control de temperatura diario hasta finalizar el proceso, además de un sistema de refrigeración de los depósitos para impedir que la temperatura máxima sea excesiva, dando fermentaciones alcohólicas rápidas, incontrolables y con presencia de compuestos indeseables. Para ello, se emplearán en los depósitos camisas periféricas por la que circula agua pre-enfriada por un equipo frigorífico.

Una vez trasvasado desde el depósito de mezcla, se cierra la boca superior para que únicamente salga el gas carbónico a través de la válvula de seguridad, la cual evita que se introduzca oxigeno del ambiente. El oxígeno necesario para las primeras fases de la fermentación se aporta durante el trasiego del mosto al depósito de fermentación.

Para que se dé lugar a esta fermentación con las levaduras seleccionadas, como primer paso se debe inocular las LSA en el mosto. Generalmente se debe asegurar una viabilidad celular las levaduras inoculadas deben inocularse de modo que se asegure una viabilidad celular mínima. Para ello, las células deben activarse en un sustrato enriquecido en un 5 a 10% más que el sustrato de fermentación. Dado que el mosto tiene una concentración de azúcares muy elevados, la inoculación debe de ser progresiva y paulatina durante unos minutos (10 min aprox.) para que no se produzca un choque osmótico que inactive la mayor población de las levaduras. Se realiza mediante una rehidratación de las levaduras en 10 veces su peso en agua y posteriores adiciones de mosto de manera progresiva y continua. Una vez las levaduras estén activadas en una buena cantidad de mosto, se añaden al mosto del depósito de fermentación.

La fase de latencia de las levaduras es la que se da en las primeras etapas de la fermentación. En ella, las levaduras se encuentran en una fase de adaptación al medio y su multiplicación es todavía lenta. La presencia de oxígeno mejora la biomasa fermentativa y, por tanto, en esta fase es necesario un aporte de oxígeno para que las levaduras puedas sintetizar correctamente los ácidos grasos de su membrana celular, la cual le dará mayor viabilidad posteriormente con condiciones más estrictas.
A continuación, se da una fase de multiplicación celular exponencial en la que se multiplican rápidamente por gemación y forman grandes cantidades de anhídrido carbónico y etanol.

La siguiente fase de la fermentación es la multiplicación celular desacelerada o fase de retardo, para llegar posteriormente a la fase estacionaria de máxima población de levaduras, la cual es la más prolongada en el tiempo y terminando finalmente en la fase de declive de la población.

Todas estas fases son muy alargadas en el tiempo ya que, debido a las condiciones osmóticas tan estrictas del medio y a la falta de nutrientes, las levaduras aumentan su población de manera muy lenta.

El tiempo que va a llevar la totalidad del proceso, como se ha dicho anteriormente, con las condiciones descritas es de 14 días aproximadamente.

Se debe controlar la densidad y temperatura diariamente para conocer la evolución de la fermentación y ser conscientes de si existe algún problema como reducción en la actividad fermentativa o paradas fermentativas. La fermentación alcohólica se dará por concluida una vez llegue a la densidad deseada y permanezca constante durante por lo menos 2 mediciones. En nuestro caso, la densidad final debe encontrarse recogida entre 1009 y 1012.

2.5. Proceso de maduración y clarificación

Cuando la densidad deseada sea constante pasadas 2 semanas, como se ha explicado anteriormente, se lleva a cabo un trasiego por la válvula de salida de claros a otro depósito siemprelleno de acero inoxidable por la válvula inferior para evitar oxidaciones en el cual realizará la maduración y clarificación. Esto hará que en el depósito de fermentación queden subproductos generados durante la fermentación alcohólica como las lías de levadura o materia orgánica. Estas lías poseen características reductivas que aportan a la hidromiel olores desagradables a causa de la liberación de compuestos organosulfurados y por tanto deben ser retiradas lo antes posible.

Se pueden emplear diferentes técnicas y aditivos para acelerar la clarificación. Se recurre a la clarificación forzada con productos, empleando para ello bentonita sódica descrita en el apartado 1.2.4. La decisión de emplear productos para esta clarificación es porque el empleo de frío para realizar una sedimentación estática este desaconsejado ya que con los volúmenes que trabajamos necesitaríamos un tiempo excesivo, mucha menor eficacia a la hora de la limpieza de la turbidez y un gasto económico mayor por tener que mantener las instalaciones de frío activas durante largos periodos de tiempo. La turbidez se determinará en el laboratorio y nos permitirá conocer la limpidez del líquido y el rendimiento de clarificación.

Esta clarificación con bentonita hace que el líquido quede claro, limpio y sin riesgos de reducciones, con unos valores de NTU inferiores a 2.
Una vez pasado el tiempo de maduración y clarificación, normalmente sobre unos 11 días, se trasegará por válvula de salida de claros a un depósito debidamente higienizado y desinfectado, donde realizará una última fermentación alcohólica muy leve debido a la reducida concentración de azúcares y la escasa población de levaduras tras el movimiento.

Este proceso consigue por tanto una mejora sustancial de las características organolépticas, un producto uniforme y estandarizado y una clarificación de componentes con prioridad de eliminación.

2.6. Filtración por placas

La filtración consiste en separar dos fases bajo la acción de un gradiente de presión al hacer pasar el líquido a través de un medio poroso. Se constituye de dos fases: una fase constituida por el líquido que atraviesa el medio poroso y otra formada por las partículas retenidas en el medio poroso.

El proceso de filtración se realiza con el fin de clarificar la hidromiel, eliminando los coloides que no han precipitado en el proceso de clarificación anterior y retener microorganismos como levaduras o bacterias que puedan quedar suspendidas en el líquido.

Se emplean para este propósito placas clarificantes con una porosidad entre 0,1 y 1 micra, que producirá en el producto un efecto de abrillantamiento, siendo las que se emplean mayormente como prefiltros o esterilizante. Estas son las placas más apropiadas dado que conseguimos un caudal adecuado de filtración para el correcto funcionamiento de los procesos diarios mientras que conseguimos los objetivos buscados.

Las ventajas de los filtros de placas son que son económicos, de empleo sencillo, dan buen rendimiento de filtrado y da la posibilidad de emplear diferentes placas filtrantes.

Se trata de una filtración en profundidad, es decir, los sólidos penetran en la celulosa colocado dentro de unos soportes que lo sujetan, quedando las partículas retenidas en su interior. Además, es una filtración frontal, es decir, la hidromiel pasará de frente a la placa de celulosa.

Por tanto, tras este filtrado que respeta las propiedades del producto, conseguiremos una hidromiel limpia y con menor riesgo de contaminación microbiológica al eliminar los restos de partículas en suspensión.

Las placas deben conservarse en un lugar seco y aireado para evitar la absorción de olores y su manipulación debe de ser cuidadosa a la hora de su empleo. La cara rugosa de la placa se situará a la entrada del filtro, mientras que la parte lisa se colocará encarada a la salida.
Los primeros litros de hidromiel se desechan dado que contienen una importante cantidad de agua de lavado e higienización realizada previamente.

Con estas placas de abrillantado se consigue una presión diferencial entre 1,5 y 2 bares. Primeramente, se hará pasar la hidromiel en circuito cerrado durante 10 minutos, para posteriormente funcionar con normalidad, haciendo que el filtro consiga una filtración homogénea y efectiva.

Una vez finalizada la filtración, se pueden regenerar las placas haciendo recircular contracorriente un caudal de agua fría de 150 litros/m^2 por hora a una presión de 0,5 bar durante 10-20 minutos

2.7. Embotellado, etiquetado, encajado y almacenaje

El producto resultante del proceso de maduración y clarificación ya está listo para ser embotellado. Se pueden realizar técnicas para limitar en mayor medida la presencia de posibles contaminaciones microbianas como son la filtración por 0,45 micras o procesos de pasteurización, que, aunque se pierden componentes volátiles y puede sufrir alteraciones en boca en el producto, es altamente recomendable al evitar que las bacterias que puedan aparecer queden retenidas en el filtro y asegurar un producto microbiológicamente estable.

Según lo mostrado en el balance de materias del apartado 7, la producción diaria del lote es de aprox. 2.376 L, de los cuales se reparten en los diferentes formatos, dando que sería necesario un poco menos de 4 horas para completar el embotellado de las botellas de 0,33L y menos de dos horas para completar las botellas de 0,75L. El tiempo sobrante se emplea para realizar tareas de cambio de formato, preparación del equipo, limpieza de la instalación, montaje de cajas de cartón, colocación de botellas o apoyo en otras salas.

Para que llegue a las boquillas dosificadoras de la embotelladora, se debe disponer de un depósito nodriza que hace a su vez de homogeinizador del lote además de hacer posible la toma de muestra previa al embotellado para conocer las características sensoriales o químicas que dispone el producto final previo embotellado. Este depósito de acero inoxidable descrito en el Anejo Nº3 apartado 2.1.8. se llena y se vacía diariamente.

En este proceso de embotellado, se puede preparar el equipo de embotellado para que se ajuste a la capacidad de la botella, pudiendo modificar parámetros como el volumen de llenado o altura de chapado, tal como se describe en el Anejo Nº3 apartado 2.1.6.

Esto nos da una ventaja de poder emplear el equipo para ambos formatos de botella, para botellas de 0,33L y para botellas de 0,75L.

Las etiquetas, las cuales vendrán en bobinas, son de vinilo autoadhesivas y de unas dimensiones aptas para ser colocadas en el rodillo de la etiquetadora.

En el embotellado encontramos una serie de tareas específicas del proceso como son la reposición de los tapones corona en la chapadora, reposición de botellas vacías en la cinta automática, observación visual de posibles incidentes, paletizado manual, etc.

Al no poder hacer un examen visual del producto antes de embotellar, se debe colocar un sensor de metales entre el depósito nodriza y la embotelladora para poder retirar a tiempo cualquier elemento metálico indeseado y que no pase a la embotelladora, lo cual puede producir errores en las maquinarias o pasar a las botellas, lo que sería un punto crítico a tener en cuenta.

El encajonado y el paletizado se realizan de forma manual, en los cuales se debe indicar el lote al que pertenecen para una correcta trazabilidad.

2.8. Limpieza y desinfección

Tras su uso, se debe realizar una higienización y desinfección completa de los equipos, mangueras e instalaciones empleadas.

La limpieza es un punto fundamental en el proceso ya que es lo que más previene el problema de las contaminaciones. Los microorganismos alterantes encuentran en las sustancias del mosto un medio adecuado para su multiplicación, por lo que una buena desinfección hará que no sean estos microorganismos los que realizan la fermentación de los azúcares, si no que serán las LSA inoculada.

Para ello, se empleará el siguiente protocolo de limpieza para la limpieza de depósitos de calentamiento, fermentación, maduración y clarificación y nodriza:

1. Montaje y preparación del sistema de lavado: se instala una bomba de rodetes flexibles conectada en un extremo al tubo de remontado y en su otro extremo a la parte inferior de un recipiente de acero inoxidable móvil de 200 L de capacidad. En la salida del tubo de remontado se colocará un elemento de difusión de líquidos sobre el depósito que consiste en una esfera agujereada a modo de ducha, que nos asegura que el agua o los productos llegan a mojar todas las partes interiores del depósito.

2. Preenjuague con agua: se añade agua al recipiente de acero inoxidable hasta llegar a llenarlo, y se impulsa hasta el depósito por el tubo de remontar, dejando la válvula de salida total, la válvula de salida de claros, el grifo saca muestras y el grifo de nivel abiertos totalmente. La puerta se deja únicamente abierta en la parte inferior. Esto hará que el agua pase por todos los elementos interiores del depósito y arrastre los elementos más gruesos que se puedan encontrar, los cuales serán expulsados del depósito.

3. Limpieza con detergente: se prepara en el mismo recipiente de acero inoxidable, una solución de un detergente alcalino al 2%, siendo en este caso hidróxido de sodio concentrado, con agua empleando para ello todas las medidas de seguridad y EPIS necesarios. Se impulsa la mezcla al depósito con el objetivo de dejarlo en su interior. Para ello cerramos todas las válvulas abiertas previamente. Una vez la solución se encuentra en el interior, se conecta la bomba a la válvula de salida total y se remonta el depósito durante al menos 10 minutos. Una vez terminado el tiempo, se vacían las mangueras de la bomba y se vierte el contenido del depósito.

4. Enjuague con agua: se realiza de nuevo los mismos pasos que en el preenjuague, solo para eliminar lo máximo posible los restos del detergente alcalino que puedan quedar en el interior del depósito.

5. Neutralización del detergente alcalino y desinfección: se realiza la limpieza del depósito con un ácido débil sin riesgo alimenticio como el ácido cítrico, el cual neutralizará los restos de detergente que podrían quedar y desinfectar el

depósito. Para ello se realizará el mismo proceso que en la limpieza con el detergente, empleando esta vez una concentración de ácido al 10% durante 10 minutos.

6. Enjuague doble con agua: se realiza nuevamente dos enjuagues sucesivos para intentar eliminar el máximo de restos de los productos empleados. Durante la realización del segundo enjuague, se toma una muestra del agua para comprobar con tiras indicadoras de pH que se ha conseguido neutralizar (pH 7). En el caso de que no sea así, se enjuaga con agua nuevamente y se vuelve a comprobar.

En el caso del depósito de mezcla y los depósitos siemprelleno, al no disponer de tubería de remontado, se actuará de la misma forma, pero levantando la manguera manualmente hasta la boca del depósito ayudándonos de la escalera incorporada para intentar mojar lo máximo del interior del depósito.

En cualquier caso, se actuará con los equipos de protección individual correspondientes al uso del empleo de químicos peligrosos, como son guantes de vinilo, traje de agua, pantalla facial de seguridad, botas de goma, etc.

Por otro lado, la limpieza de las instalaciones únicamente en el caso de que sea necesario, se realizará únicamente con agua extraída de una toma de agua por medio de una manguera de plástico con presión suficiente, asegurando que posteriormente no quede mojado el suelo secándolo adecuadamente con una escoba de goma para el agua.

En lo referente a la zona de la embotelladora, además de respetar la estricta necesidad de higiene, se debe de realizar la limpieza e higienización completa de todos los componentes y piezas desmontables de la instalación, además de suelo y paredes.

3. DIAGRAMA DE FLUJO DE INGENIERÍA DE PROCESO

En el siguiente esquema se muestra el diagrama de procesos de producción para la elaboración del producto:

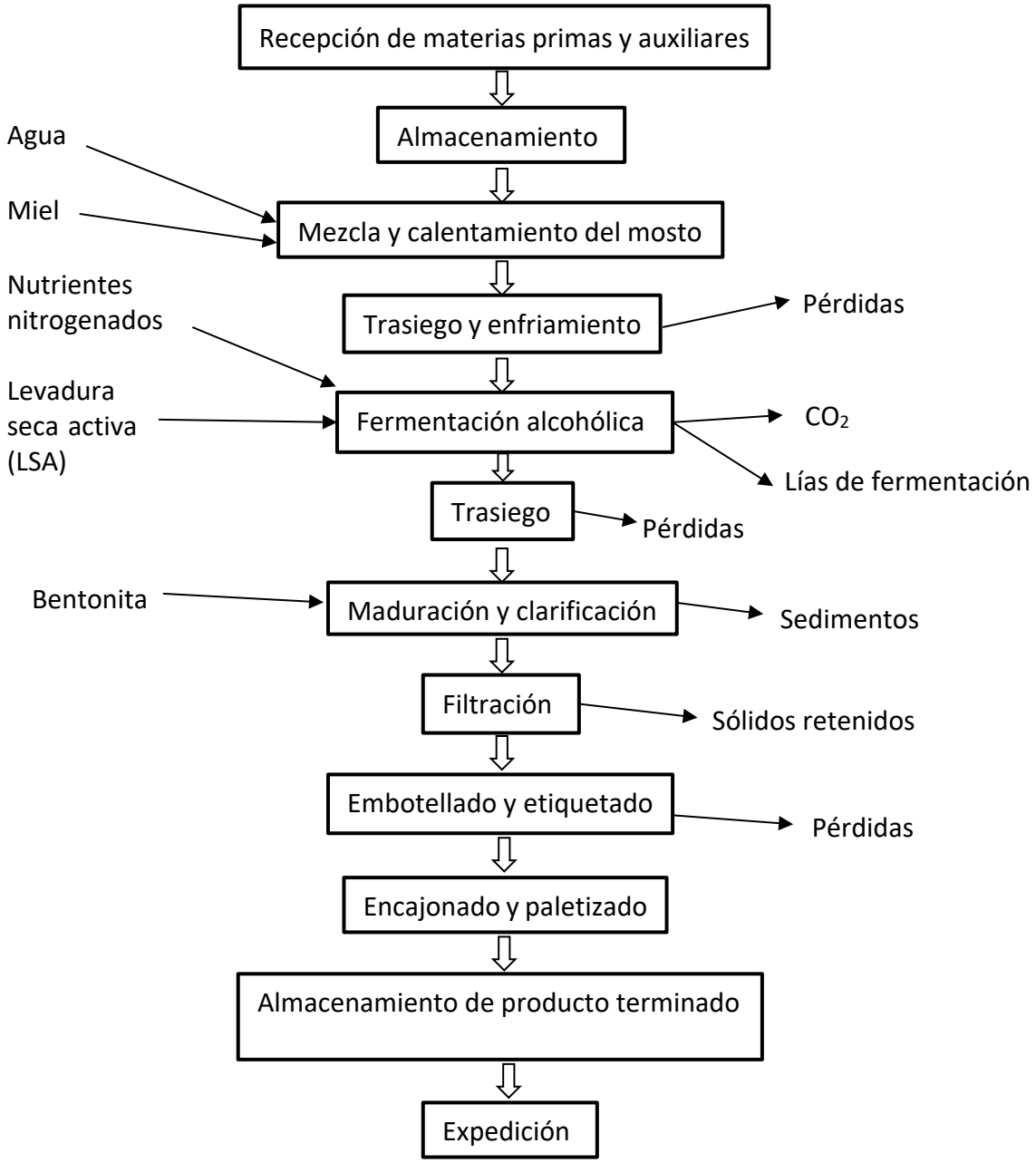


Gráfico 1 Diagrama de flujo de la ingeniería del proceso

En este esquema se muestra los diferentes procesos con sus correspondientes cantidades de productos, subproductos y pérdidas que suceden en ellos. Con esto, podemos obtener los rendimientos de cada operación y el rendimiento final de la elaboración. Los datos mostrados en el diagrama son valores anuales.

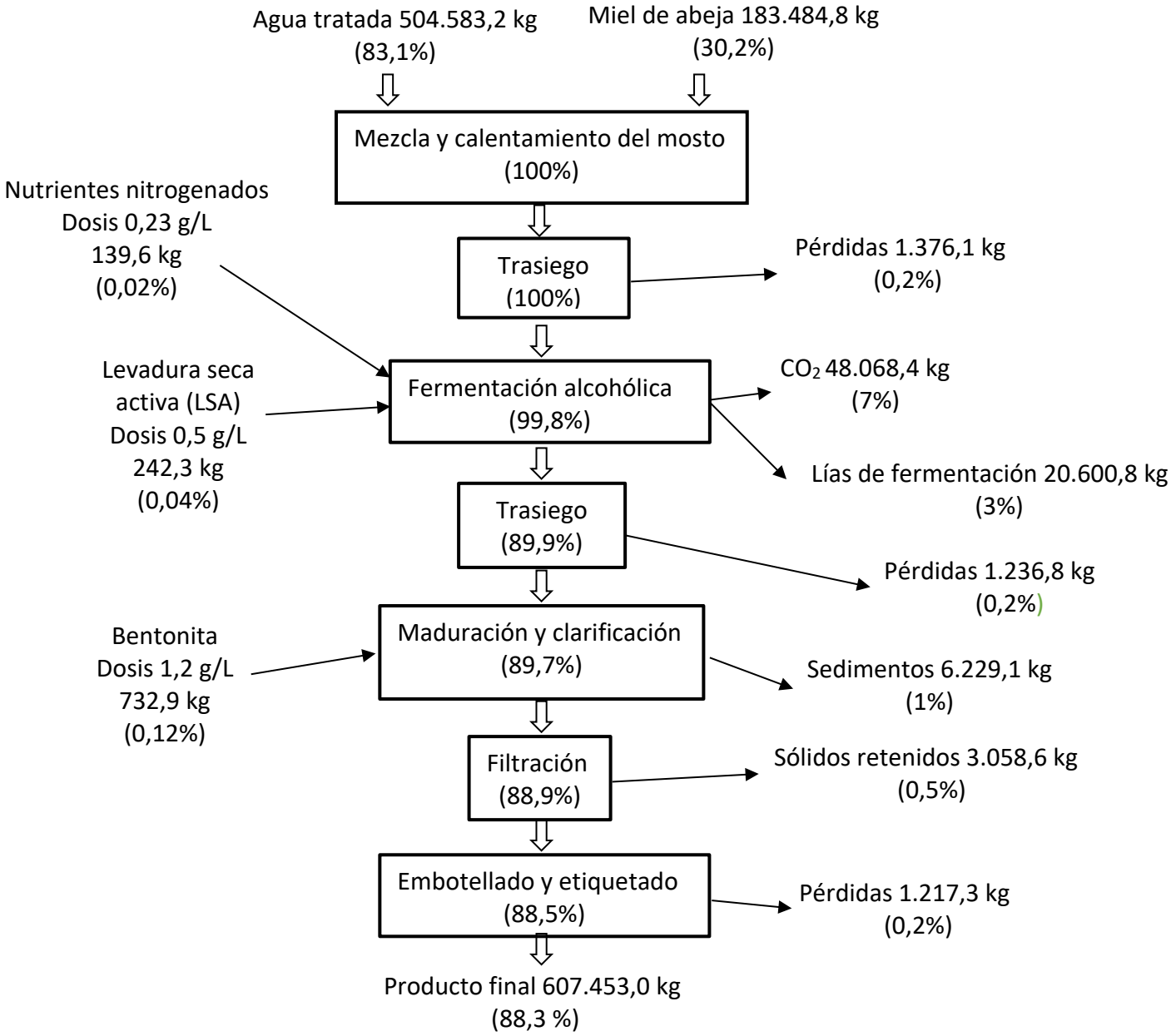


Gráfico 2 Diagrama de flujo cuantitativo del proceso productivo

5. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA PRODUCTIVO

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
7:00-8:00	Recepción de materias primas Control de calidad Control densidad y temperatura Preparación línea embotellado Trasiego a nodriza	Control densidad y temperatura Preparación línea embotellado Trasiego a nodriza	Recepción de material auxiliar Control densidad y temperatura Preparación línea embotellado Trasiego a nodriza	Control densidad y temperatura Preparación línea embotellado Trasiego a nodriza	Control densidad y temperatura Preparación línea embotellado Trasiego a nodriza
8:00 - 9:00	L1: Mezcla y calentamiento Embotellado 0,33L	L2: Mezcla y calentamiento Embotellado 0,33L	L3: Mezcla y calentamiento Embotellado 0,33L	L4: Mezcla y calentamiento Embotellado 0,33L	L5: Mezcla y calentamiento Embotellado 0,33L
9:00 - 10:00	L1: Enfriamiento L1: Aclimatación de levaduras L2: Hidratación de bentonita Embotellado 0,33L	L2: Enfriamiento L2: Aclimatación de levaduras L3: Hidratación de bentonita Embotellado 0,33L	L3: Enfriamiento L3: Aclimatación de levaduras L4: Hidratación de bentonita Embotellado 0,33L	L4: Enfriamiento L4: Aclimatación de levaduras L5: Hidratación de bentonita Embotellado 0,33L	L5: Enfriamiento L5: Aclimatación de levaduras L6: Hidratación de bentonita Embotellado 0,33L
10:00 - 11:00	L1: Comienzo de fermentación Adición de bentonita Embotellado 0,33L	L2: Comienzo de fermentación Adición de bentonita Embotellado 0,33L	L3: Comienzo de fermentación Adición de bentonita Embotellado 0,33L	L4: Comienzo de fermentación Adición de bentonita Embotellado 0,33L	L5: Comienzo de fermentación Adición de bentonita Embotellado 0,33L

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
11:00 – 12:00	L1: Paso de fermentación a maduración* Adición de bentonita Preparación línea de embotellado 0,75L	L2: Paso de fermentación a maduración Adición de bentonita Preparación línea de embotellado 0,75L	L3: Paso de fermentación a maduración Adición de bentonita Preparación línea de embotellado 0,75L	L4: Paso de fermentación a maduración Adición de bentonita Preparación línea de embotellado 0,75L	L5: Paso de fermentación a maduración Adición de bentonita Preparación línea de embotellado 0,75L
12:00 - 13:00	Embotellado 0,75L	Embotellado 0,75L	Embotellado 0,75L	Embotellado 0,75L	Embotellado 0,75L
13:00 – 14:00	Embotellado 0,75L y parada de la línea de embotellado	Embotellado 0,75L y parada de la línea de embotellado	Embotellado 0,75L y parada de la línea de embotellado	Embotellado 0,75L y parada de la línea de embotellado	Embotellado 0,75L y parada de la línea de embotellado
14:00 – 15:00	Limpieza y desinfección	Limpieza y desinfección	Limpieza y desinfección	Limpieza y desinfección	Limpieza y desinfección

Tabla 4 Distribución de los procesos por semana

*El paso de fermentación a maduración y la adición de las bentonitas del mismo lote se realiza una vez terminada la fermentación alcohólica pasados los 14 días necesarios
** El embotellado y etiquetado se realizan de un lote ya terminado (tras 26 días aprox.)

6. GESTIÓN DE LA MANO DE OBRA

Cada jornada en la industria estará formada por los siguientes puestos de trabajo:

Zona de trabajo	Puesto	Número de empleados
Oficina	Gerente	1
Laboratorio	Encargado de laboratorio	1
Producción	Encargado de elaboración	1
	Operario de elaboración	1
	Operario de embotellado	3
Almacenes	Encargado de almacén	1
	Carretillero	1
	Total	9

Tabla 5 Distribución de los puestos por zonas de trabajo

En la oficina, el gerente será la persona encargada de la gestión y dirección de la empresa, la cual estará formada para dar visitas a la planta, manejar las redes sociales, gestionar los turnos de trabajo… Además, será el encargado de asegurar la implantación del APPCC. El puesto de gerente también implica la administración de los contactos de clientes y será encargado de la difusión del producto por las zonas de venta objetivo. Además, se encarga de la organización de las cuestiones relacionadas con albaranes, nóminas, etc.

En el laboratorio, el encargado de laboratorio será aquel capacitado para realizar los análisis de control de las materias primas de los lotes recibidos y de realizar las lecturas de densidad y temperatura para realizar un seguimiento del proceso. Además, también realizará los controles rutinarios de embotellado en cada lote y gestionará y registrará la documentación relativa al control de calidad. Además, será el responsable de la revisión del buen estado de los productos químicos dispuestos adecuadamente en el almacén de productos químicos.

En la zona de producción, el encargado de línea será aquel que gestione las tareas para la elaboración del producto para que sean resueltas correctamente y revisar si hubiera algún error en el proceso y advertir de él. El operario de producción, junto con el encargado de producción, serán los que desarrollen las tareas necesarias para la elaboración del producto desde el calentamiento del mosto hasta la llegada de la hidromiel al depósito nodriza de la embotelladora.

Los operarios de embotellado serán aquellos que se encargarán de todo lo referente a la línea de embotellado, los procesos que van desde la nave nodriza hasta el encajonado del producto y su paletización (descrito en apartado 2.7). Cuando se dé el caso de no estar la embotelladora activa, los operarios de embotellado apoyarán a las labores de elaboración según las indicaciones del encargado de línea o apoyarán al montaje de las cajas de cartón según lo indicado por el encargado de almacén.

El encargado de almacén será el que se ocupe de la gestión y organización del mismo. Se encarga de recoger el producto paletizado y organizarlo en los almacenes. Además, se ocupa de todo lo relacionado con la expedición del producto y la recepción de las materias primas y auxiliares con apoyo del carretillero. El carretillero, se encuentra principalmente en la zona de recepción de materias primas y auxiliares, y una vez terminada la recepción, apoya en la elaboración con el transporte de bidones metálicos o en el almacén de producto terminado según convenga.

En los horarios de limpieza e higienización, la plantilla realizará la limpieza de las zonas afectadas en su puesto de trabajo.

7. BALANCE DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIAS AUXILIARES

La actividad de la industria se repartirá en los 253 días laborables anuales (50,6 semanas al año) que se obtienen de lunes a viernes sin festivos en Logroño. Los turnos son de 8 horas, siendo tiempo suficiente para realizar las tareas necesarias para la elaboración, embotellado de los lotes correspondientes y limpieza de los elementos e instalaciones empleados. Si se hace una estimación, obtenemos que al mes se trabajan 21 días.

	Producción anual (L/año)	Producción mensual (L/mes)	Producción semanal (L/sem)	Producción diaria (L/día)
Producción destinada a botellas de 0,33 L	360.684,6	30.057,1	7.128,2	1.425,6
Producción destinada a botellas de 0,75 cl	240.456,4	20.038,0	4.752,1	950,4
TOTAL	601.141,0	50.095,1	11.880,3	2.376,1

Tabla 6 Producciones distribuidas según el envase

En la industria se generarán como producto final un total de 601.141 L anuales, de los cuales se dividirá un 60% en botellas de 0,33L y el 40% restante en botellas de 0,5 L.

Con estas cantidades de producción, se obtienen 253 lotes repartidos durante el año de producción, es decir, un lote por día laborable. Por tanto, en un lote o día de trabajo se obtienen aprox. 2.376 L, los cuales han sido embotellados y debidamente almacenados o expedidos.

7.1. Agua

La cantidad total de agua que se emplea en el proceso de elaboración se divide en el agua que empleamos en la formación del mosto y la que emplearemos para lavar los depósitos. El consumo en el tiempo de agua de refrigeración se considera despreciable. Para el cálculo del agua de lavado se ha supuesto una limpieza diaria de 3 depósitos con el agua que se emplea para realizar la limpieza del apartado 2.8.

Hay que saber que la enjuagadora consume 930 L/h y que está trabajando 6 horas al día con agua, por lo que estos valores se tienen también en cuenta como agua de lavado. También se engloba en agua de lavado al agua empleada para la regeneración de las placas del filtro, sabiendo que se emplean 5 minutos por día.

Uso del agua	Necesidades anuales (L/año)	Necesidades mensuales (L/mes)	Necesidades semanales (L/sem)	Necesidades diarias (L/día)
Agua de elaboración	504.583,2	42.048,6	249,3	1.994,4
Agua de lavado	2.828.540,0	235.711,7	55.900,0	11.180,0
Total	3.333.123,2	277.760,3	65.872,0	13.174,4

Tabla 7 Justificación de los litros de agua necesarios en los diferentes procesos

7.2. Miel de abeja

La miel de abeja es la materia prima principal de la elaboración, ocupando un importante volumen para la elaboración del producto y siendo el gasto principal en materias primas de la industria.

	Necesidades anuales (kg/año)	Necesidades mensuales (kg/mes)	Necesidades semanales (kg/sem)	Necesidades diarias (kg/día)
Total	185.484,8	15.290,4	3.626,2	725,2

Tabla 8 Justificación de los kilogramos de miel de abeja empleados en la elaboración

7.3. Levaduras secas activas (LSA)

La levadura que se emplea es *Saccharomyces cerevisae*, en formato de levadura seca activa (LSA) en bolsa al vacío de 1 kg, la cual será usada diariamente.

	Necesidades anuales (kg/año)	Necesidades mensuales (kg/mes)	Necesidades semanales (kg/sem)	Necesidades diarias (kg/día)
Total	242,3	20,2	4,8	1,0

Tabla 9 Justificación de los kilogramos de levadura empleados en la elaboración

7.4. Bentonita

La bentonita sódica que se emplea en el proceso de clarificación se recepciona en bolsas de 20 kg, siendo necesario el empleo de 3 kg diarios.

	Necesidades anuales (kg/año)	Necesidades mensuales (kg/mes)	Necesidades semanales (kg/sem)	Necesidades diarias (kg/día)
Total	739,9	61,1	14,5	2,9

Tabla 10 Justificación de los kilogramos de bentonita empleados en la elaboración

7.5. Nutrientes nitrogenados

Los nutrientes nitrogenados que se añadirán durante la fermentación se recibirán en paquetes de 1 kg mensualmente.

	Necesidades anuales (kg/año)	Necesidades mensuales (kg/mes)	Necesidades semanales (kg/sem)	Necesidades diarias (kg/día)
Total	139,6	11,6	2,8	0,6

Tabla 11 Justificación de los kilogramos de bentonita empleados en la elaboración

7.6. Botellas de vidrio

Las botellas de vidrio se recibirán en palés cubiertos con plásticos para evitar las contaminaciones de polvo ambiental. Se le aplicará un factor de seguridad del 10% para cubrir las roturas que pueda haber sufrido el material o errores que pudiese haber en la embotelladora.

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
Botellas de 0,33L	1.202.282	100.190	23.761	4.752
Botellas de 0,75 L	352.669	29.389	6.970	1.394
TOTAL	1.554.951	129.579	30.730	6.146

Tabla 12 Unidades de botellas de vidrio según formato de la botella

7.7. Tapones corona

Las bocas de corona de ambos formatos son del mismo diámetro (26 mm). Igualmente, se toma un factor de seguridad del 10% para el caso de extravío, rotura o mal funcionamiento de la chapadora automática.

Los packs serán de 5.000 tapones corona y, por tanto, con el número de botellas que disponemos podemos calcular cuántos packs de 5.000 tapones corona necesitamos para el cierre de las botellas:

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
Botellas de 0,33L	240	20	5	1
Botellas de 0,75 L	71	6	1	1
TOTAL	311	26	6	2

Tabla 13 Unidades de packs de tapones corona según el formato de la botella

7.8. Etiquetas

Con la información desarrollada en el apartado 1.3.1 podemos calcular las unidades de etiquetas necesarias. Al igual que en el caso de las botellas de vidrio, se aplica un factor de seguridad del 10% para el caso en el que algunas de las etiquetas estuviesen defectuosas o pudiera existir algún error en la etiquetadora.

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
Botellas de 0,33L	1.202.282	100.190	23.761	4.752
Botellas de 0,75 L	705.339	58.778	13.940	2.788
TOTAL	1.907.621	158.968	37.700	7.540

Tabla 14 Unidades de etiquetas necesarias según el formato de la botella

En este caso, tenemos en cuenta que las botellas de 0,75 L emplean dos etiquetas por botella dado que no solo llevan una etiqueta frontal, sino que también disponen de una contraetiqueta. Igualmente, sabiendo que las bobinas disponen de 5.000 etiquetas como se describe en el apartado 1.3.1, podemos obtener el número de bobinas que necesitaremos en el etiquetado:

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
Botellas de 0,33L	240	20	5	1
Botellas de 0,75 L	141	12	3	1
TOTAL	382	32	8	2

Tabla 15 Unidades de bobinas necesarias según el formato de la botella

7.9. Cajas de cartón

Las cajas de cartón se montarán y se preparan en el embotellado del producto. Conociendo las medidas dadas en el apartado 1.3.4 de los dos formatos de cajas de cartón que disponemos, se calcula el número de cajas necesarias, teniendo en cuenta un 10% más para evitar el caso de rotura de alguna unidad:

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidades diarias (uds/día)
Botellas de 0,33L	50.095	4.175	990	198
Botellas de 0,75 L	29.389	2.449	581	116
TOTAL	79.484	6.624	1.571	314

Tabla 16 Unidades de cajas de cartón según el formato de la botella

7.10. Palés

Las botellas de 0,33 L pesan vacías 305 g, mientras que llenas pesan aproximadamente 640 gramos y las cajas de 24 botellas vacías pesan 350 g. Por tanto, una caja de 24 botellas de 0,33 L pesará aproximadamente 15,7 kg.

Los palés serán de 115 cm x 115 cm con una altura de taco de 14 cm y un peso de 15 kg.

Con las dimensiones de las cajas calculadas previamente en el apartado 1.3.4, podemos obtener que podrán colocarse sobre el palé 6 plantas de 3 x 4 cajas en cada una, es decir, un total de 66 cajas de botellas de 0,33 L. Esto hace un peso total de 1.141 kg que es menor al peso de resistencia dinámica del palé (1.500 kg). Está establecido una altura máxima de 1,45 metros, en este caso, la altura es de 1,29 m, por lo que se respetaría este margen.

En el caso de las botellas de 0,75, estas pesan 480 g vacías, mientras que llenas pesarán aproximadamente 1,2 kg y las cajas de 12 botellas vacías pesan 230 g. Por tanto, una caja de botellas de 0,75 L pesará aproximadamente 14,4 kg.

Se empleará los mismos palés de 115 cm x 115 cm con una altura de taco de 14 cm y la misma resistencia dinámica y peso para las botellas de 0,75 L.

Por tanto, sobre el palé podemos colocar 4 plantas de 4 x 5 cajas de botellas de 0,75 L, haciendo un total por palés de 80 cajas. Esto da un peso total de 1.167 kg, no superando el máximo de resistencia del palé en carga dinámica (1.500 kg) y una altura de1,32 m, no superando la medida permitida de 1,45 m.

Por tanto, con estos datos, podemos calcular el número de palés que necesitamos, aplicando el factor de seguridad del 10% por si se diese el caso de encontrar el material defectuoso:

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
Botellas de 0,33L	18.266	1.522	361	72
Botellas de 0,75 L	4.401	367	87	17
TOTAL	22.667	1.889	448	90

Tabla 17 Unidades de palés según el formato de la botella

7.11. Films plásticos estirables de embalar

Con las dimensiones del film plástico y el número de palés generados anualmente, se estima que se empleara un rollo para embalar 76 palés con producto encajado.
Se recibe mensualmente.

Por tanto, es posible determinar el número de bobinas de film necesarias, teniendo en cuenta que se adquieren un 10% en caso de defectos:

	Necesidad anual (uds/año)	Necesidad mensual (uds/mes)	Necesidad semanal (uds/sem)	Necesidad diaria (uds/día)
TOTAL	298	25	6	1

Tabla 18 Unidades totales de bobinas de film estirables para embalar

7.12. Resumen de materias primas, aditivos y auxiliares

	MATERIAS	CANTIDAD ANUAL	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD SEMANAL	SUMINISTRO
Materias primas	Agua de elaboración	504.583,2 L	42.048,6 L	9.972,0 L	Constante
	Miel de abeja	183.484,8 kg	15.290,4 kg	3.626,2 kg	Semanal
	LSA	242,3 kg	20,2 kg	4,8 kg	Mensual
	Bentonita	732,9 kg	61,1 kg	14,5 kg	Mensual
	Nutrientes	139,9 kg	11,6 kg	2,8 kg	Mensual
Formato 0,33 L	Botellas	1.202.282 uds.	100.190 uds.	23.761 uds.	Semanal
	Cajas de cartón	50.095 uds.	4.175 uds.	990 uds.	Semanal
	Bobinas de etiquetas	240 uds.	20 uds.	5 uds.	Mensual
Formato 0,75 L	Botellas	352.669 uds.	29.389 uds.	6.970 uds.	Semanal
	Cajas de cartón	29.389 uds.	2.449 uds.	581 uds.	Semanal
	Bobinas de etiquetas	141 uds.	12 uds.	3 uds.	Mensual
General	Palés	22.667 uds.	1.889 uds.	448 uds.	Semanal
	Cinta de embalar	298 uds.	25 uds.	6 uds.	Mensual
	Agua de lavado e higienización	2.828.540,0 L	235.711,7 L	55.900,0 L	Constante
	Tapones corona (packs)	311 uds.	26 uds.	6 uds.	Mensual

Tabla 19 Resumen de las materias primas y auxiliares según los diferentes formatos de botella

Anejo Nº3
Descripción de la maquinaria

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS EQUIPOS

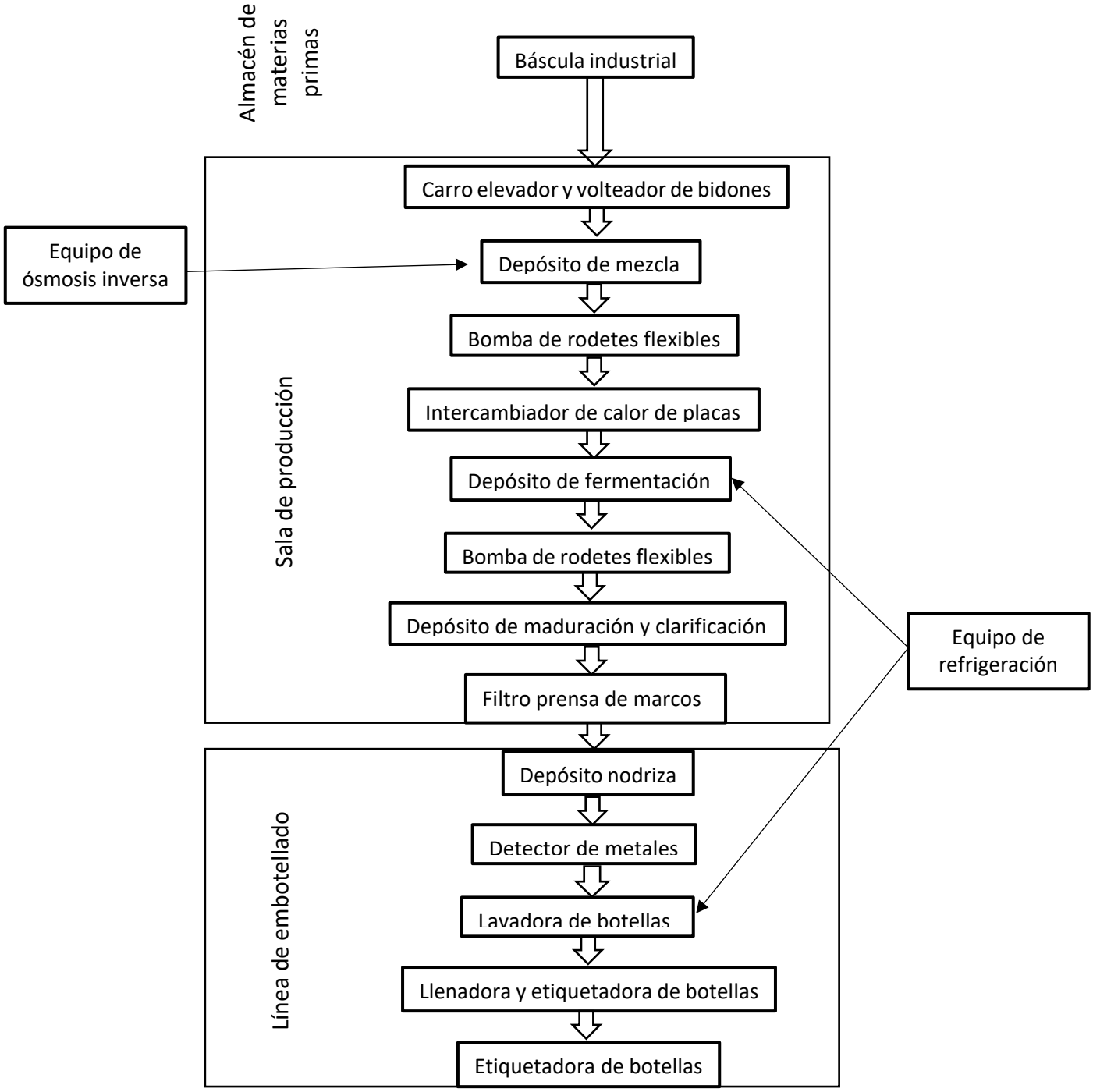


Ilustración 1 Diagrama de flujo de los equipos

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1. Equipo de producción y almacenamiento

En este capítulo, se desarrollan todas los equipos y maquinaria incluidos en el proceso productivo.

2.1.1. Depósito de mezcla

El depósito de mezcla se trata de un recipiente horizontal de acero inoxidable AISI-304 diseñado específicamente para calentar y homogenizar el mosto formado por la mezcla de miel de abeja y agua. Para ello, el equipo es capaz de suministrar calor hasta los 40°C y mantener la temperatura. Además, el equipo dispone la posibilidad de instalar un agitador interno para homogenizar, por lo que se opta por adquirir este modelo.

El depósito está diseñado en origen como un tanque aséptico para refrigerado de leche, pudiendo adaptar el equipo para nuestras necesidades, dado que también es posible calentar el interior gracias a una resistencia eléctrica. Dispone de una válvula de salida total en el extremo del equipo para la extracción y bombeo del contenido.
El equipo está diseñado para suministrar calor homogéneamente al contenido por medio de unas resistencias eléctricas situadas en su pared interior, no siendo necesario con un volumen tan relativamente pequeño el empleo de calefacción por calor.

CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO DE MEZCLA	
Fabricante	*QR Machine*
Modelo	*QR-F-100L-3500W-0.55KW-SUS304*
Capacidad	3.000 L
Dimensiones (H x A x P)	1800 x 1500 x 1698 mm
Potencia	10,0 kW
Consumo	15,0 kW/h
Conexiones	Válvula de descarga total 40 mm DN
Rango de temperatura	4 a 40°C
Material	Acero inoxidable AISI 304
Instalación eléctrica	220 V 50 Hz
Localización	Sala de elaboración

Tabla 1 Características del depósito de mezcla

Ilustración 2 Depósito de mezcla

2.1.2. Bomba de rodetes flexibles

Ilustración 3 Bomba de rodetes flexible

La bomba de rodetes flexibles es el equipo necesario para realizar los movimientos del líquido entre los diferentes depósitos de fermentación, estando especialmente diseñadas para el movimiento de líquidos. Son adecuadas para productos de alta viscosidad, por lo que será adecuado para el movimiento del mosto, el cual tiene una viscosidad elevada.

No es necesario el cebado de la bomba, pero se debe vigilar su trabajo en vacío ya que puede llegar a dañar el rodete de neopreno interior por aumento de la temperatura.

Se elige con opción de carretilla de acero inoxidable para su transporte.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE RODETES FLEXIBLES	
Unidades	3
Fabricante	*Inoxpa*
Modelo	*RF-10/40*
Potencia	0,75 kW
Caudal	9 m^3/h
Conexiones	DIN 25 1’’
Velocidad	1450 r.p.m.
Dimensiones (H x A x P)	130 x 155 x 350 mm
Diámetro nominal	40 mm
Peso	14 kg
Instalación eléctrica	3 fases, 50 Hz, 230 V Δ / 400 V Y, ≤ 4 kW
Consumo	365,04 W/h
Longitud del cable	10 m
Localización	Sala de elaboración

Tabla 2 Características de la bomba de rodetes flexibles

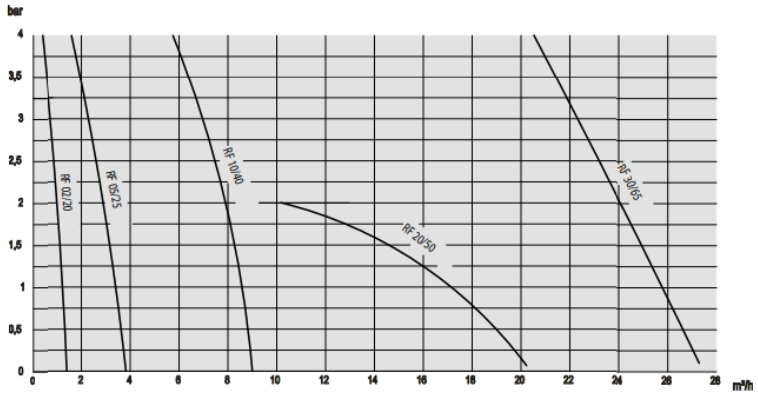


Gráfico 1 Curva característica de la bomba de rodetes flexible

2.1.3. Intercambiador de calor de placas desmontable

El intercambiador de placas es un equipo que permite el descenso de la temperatura del mosto, en el paso del depósito de mezcla hasta el de fermentación, para obtener una temperatura adecuada para la inoculación de las LSA.

Se componen de un bastidor robusto con dos placas de acero inoxidable entre los que se intercalan y comprimen las placas de intercambio de calor. En su interior, se producen turbulencias que favorecen la transferencia de calor con unos altos coeficientes de transmisión y superficie de intercambio que permiten ahorrar en espacio para equipos de enfriamiento.

Este equipo es desmontable, por lo que se puede tener fácil acceso a las placas para añadir más cantidad, sustituirlas o limpiarlas.

Se emplea agua de la red como refrigerante, siendo este suficiente para nuestro propósito.

El agua empleada por el equipo se obtiene de un grifo de abastecimiento cercano, el cual dispone de una manguera terminada en una rosca de 1/4 H para ser introducida en el equipo.

CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DESMONTABLE	
Unidades	1
Fabricante	*Suicalsa*
Modelo	*IP 2600*
Tipo de flujo	Paralelo
Número de placas	27
Dimensiones (H x A x P)	470 x 200 x 220 mm
Área de placa	0,031 m^2
Área total de intercambio	0,775 m^2
Tipo de conexiones	Rosca BSP M 1” 1/4
Diámetro nominal	40 mm
Peso	34,2 kg
Localización	Sala de elaboración

Tabla 3 Características del intercambiador de placas

Ilustración 4 Intercambiador de placas desmontable

2.1.4. Depósitos de fermentación

Los depósitos de fermentación son aquellos en donde se realizará la fermentación alcohólica del mosto. Son depósitos pensados en origen para vinificación sin pieles, siendo útil para el fin del presente trabajo.

Son cubas de acero inoxidable Aisi 304, de cúpula cónica cerrada y de cierre hermético con puerta lateral y superior, sonda tomamuestras, camisa de 500 mm, sonda de temperatura, válvula de remontado, válvula de salida de claros, válvula de salida total, visor de nivel óptico, válvula de seguridad de doble efecto y un apoyo de 3 patas regulables.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE FERMENTACIÓN	
Unidades	16 uds.
Distribuidor	*InVia*
Referencia	*DESPC3000PRI*
Altura	2350 mm
Capacidad	3.000 L
Diámetro	1500 mm
Peso	149 kg vacío 3.149 kg lleno
Puerta	350 x 260 mm
Diámetro de la tapa	400 mm
Conexiones	Válvula de salida de claros: DN50 Válvula de salida total: DN50 Tubo de remontado: DN50
Localización	Sala de elaboración

Tabla 4 Características de los depósitos de fermentación

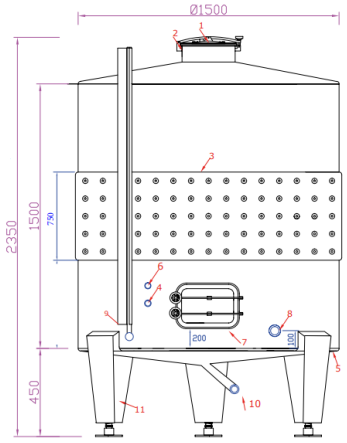


Ilustración 6 Descripción de las medidas del depósito de fermentación

Ilustración 5 Depósito de fermentación

2.1.5. Depósitos de maduración/clarificación

Los depósitos de maduración y clarificación de la hidromiel serán depósitos siemprellenos de acero inoxidable. Estos se caracterizan por disponer de una tapa móvil que permite que siempre este en contacto con el líquido, reduciendo la capa de oxígeno que existe en la parte superior del depósito y permitiendo una versatilidad en la capacidad de estos.

El cierre hermético se produce gracias a la presión que ejerce un flotador neumático que rodea la tapa superior contra las paredes del depósito, debiendo de ser revisada periódicamente. El hinchado y deshinchado del flotador neumático es realizado de forma manual, disponiendo en cada depósito de un manómetro que nos indica la presión necesaria para un cierre hermético y evitar la entrada de oxígeno.

Dispone de una escalera de acero inoxidable que permite la limpieza e higienización del depósito.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPÓSITOS DE MADURACIÓN/CLARIFICACIÓN	
Unidades	32 uds.
Fabricante	*Magusa*
Modelo	*FCG con puerta*
Altura	2.160 mm
Capacidad máxima	1.500 L
Diámetro	1.160 mm
Diámetro puerta	300 mm
Conexiones	Válvula de salida de claros: 25 mm Válvula de salida total: 25 mm Grifo sacamuestras: 10 mm
Número de patas	3
Levantamiento de la tapa	Cuerdas y poleas
Localización	Sala de elaboración

Tabla 5 Características de los depósitos de maduración, clarificación y nodriza

Ilustración 7 Depósitos de maduración/clarificación

2.1.6. Depósito nodriza

El depósito nodriza será aquel cuya función sea acumular, estandarizar y aproximar el lote del producto diario a la embotelladora. Además, este depósito deberá permitir la toma de muestra para sus análisis e impedir la reacción de la hidromiel con el oxígeno ambiental.

Se tratará por tanto de un depósito siemprelleno como los indicados en el apartado 2.1.7, pero de una capacidad suficiente para albergar el lote completo diario.

Dispone de una escalera de acero inoxidable incorporada que permitirá la limpieza e higienización del depósito.

CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO NODRIZA	
Unidades	1 uds.
Fabricante	*Magusa*
Modelo	*Modelo FISP sin camisa*
Altura	2.750 mm
Capacidad máxima	3.000 L
Diámetro	2.100 mm
Diámetro puerta	400 mm
Conexiones	Válvula de salida de claros: 40 mm DN Válvula de salida total: 40 mm DN Grifo sacamuestras: 15 mm DN
Número de patas	3
Levantamiento de la tapa	Torno mecanizado
Localización	Sala de elaboración

Tabla 6 Características del depósito nodriza

Ilustración 8 Depósito siemprelleno nodriza

2.1.7. Filtro de placas

El filtro de placas que se emplea nos ayuda a las operaciones posteriores y nos ayuda a reducir problemas reteniendo sólidos en suspensión que se pueden considerar peligrosos que pasen a la botella tras el embotellado.

El filtro de placas estará diseñado para la filtración de bebidas alcohólicas como vino, licores o cerveza, por lo que nos sirve para nuestro producto. Dependerá del tipo de placa se consiguen diferentes grados de filtración, interesando realizar una clarificación-esterilización del producto.

Es posible la regeneración a contracorriente de las placas empleando agua fría a 15-20 °C durante 5 minutos.

CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO DE PLACAS FILTRANTES	
Distribuidor	*Agrovin*
Modelo	*Filter/20*
Superficie filtrante	0,48m^2
Dimensiones (H x A x P)	590 x 420 x 680 mm
Peso	32 kg
Tipo de placa	Celulosa
Tamaño de la placa	20 x 20 cm
Conexiones	25 mm DN
Localización	Sala de elaboración

Tabla 7 Características del filtro de placas filtrantes

Ilustración 9 Filtro de placas filtrantes

2.1.8. Enjuagadora + llenadora + taponadora

Consiste en un equipo con varios módulos incluidos que permite el enjuague de las botellas de vidrio para eliminar cualquier residuo que se haya podido retener durante el almacenaje, un llenado isobárico totalmente automático y el cierre de las botellas con los tapones corona.

El equipo está diseñado para cerveza carbonatada, sin embargo, cumple adecuadamente para nuestro propósito tanto en formatos de botellas como en respeto por el líquido.

En la primera sección se encuentra la torreta de enjuague con seis pinzas fijas estándar, en donde se encuentra una electroválvula que controla automáticamente el fluido de enjuague y se detiene cada vez que se para la máquina y lo reinicia cuando se enciende. Se puede regular manualmente la altura de la torreta para poder adaptarse a los diferentes formatos de botella.

En la segunda sección, se encuentra la torreta de llenado con válvulas de contrapresión electroneumáticas. Se suministra con seis válvulas para llenar las botellas pudiéndose ajustar manualmente la altura de la botella para los diferentes formatos. Se encuentra un tanque de superficie interna pulida donde se recibe el producto tras el depósito nodriza. En este tanque que suministra a las válvulas se encuentra con un sensor de nivel, un termómetro y un manómetro. En cuanto al llenado de las botellas, se puede regular con una precisión de 2 mm.

La tercera sección del equipo es el tapado de las botellas. Para ello, el equipo está diseñado únicamente para emplear tapones corona de 26 mm, no siendo necesario cabezales especiales dado que ambas botellas disponen de diámetros de tapón de 26 mm. Dispone de un clasificador automático de vibración, hecho de acero inoxidable y un dispositivo de monitoreo de nivel de los tapones corona. También, tiene un sistema de detección presencia/ausencia de tapones corona, por lo que no es necesario situar un operario a control visual en este punto. Para finalizar, antes de tapar, existe un dispositivo que elimina por completo el oxígeno del interior del cuello de la botella, lo que dificultará las oxidaciones posteriores en botella.

Se debe saber que el equipo dispone de un panel táctil para poder controlar las indicaciones de estado y aumentar o reducir la velocidad de procesado. Además, el control visual puede ser efectuado fácilmente al disponer durante todo el proceso de ventanas con capacidad de abrirse, deteniendo el equipo, para solucionar la avería, retirar algún producto defectuoso o modificar las alturas de llenado, enjuague o taponado.

Dispone de fotocélulas colocadas a la entrada y la salida para un arranque o parada automático sobre las mesas rotatorias de entrada y salida de botellas.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO AUTOMÁTICO DE ENJUAGUE, LLENADO Y TAPONADO	
Fabricante	*Czech Brewery System*
Modelo	*BFA-MB1200*
Dimensiones (H x A x P)	2300 x 1930 x 2510 mm
Rendimiento	1.200 bph en 0,33 L 700 bph en 0,75 L
Tipo de cierre	Diámetro de 26 mm de corona
Número de válvulas de llenado	6
Potencia de motor	2,0 kW
Consumo energético	7,0 kW/h
Instalación eléctrica	230 V 50 Hz
Sistema de enjuague	Agua en una etapa
Consumo de agua estimado	930 L/h
Sistema de llenado	Electroneumático
Consumo de aire comprimido total	0,3 m^3/min
Temperatura de llenado	0-2 °C
Localización	Sala de embotellado

Tabla 8 Características del equipo automático de enjuague, llenado y taponado

Ilustración 11 Equipo automático de enjuague, llenado y taponado

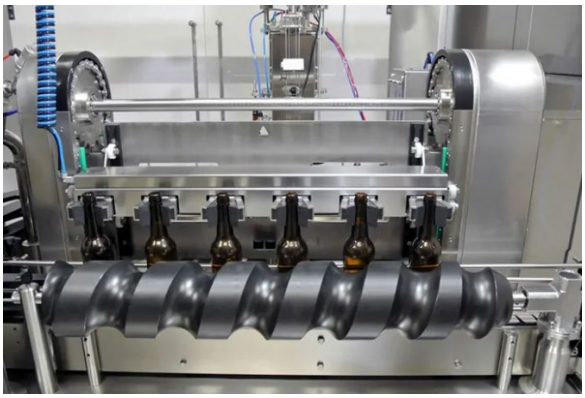


Ilustración 10 Detalle de la torreta de enjuague

Ilustración 12 Detalle de la torreta de llenado

Ilustración 13 Detalle de la torreta de taponado

2.1.9. Etiquetadora automática autoadhesiva lineal

La etiquetadora emplea las bobinas de etiquetas descritas en el Anejo Nº2 apartado 1.3.1.

La etiquetadora automática de botellas para la aplicación de etiquetas autoadhesivas es una máquina de etiquetado lineal automática con el bastidor base de perfiles de acero y pies ajustables de altura.
Posibilita el examen visual por puertas laterales y ajuste manual de los elementos para los diferentes formatos de botella y limpieza.
La máquina tiene posibilidad de ampliación en un futuro y viene equipada con las cintas transportadoras de botellas necesarias.
Dispone de una pantalla para controlar los parámetros del proceso de etiquetado, así como sistemas de seguridad en caso de parada en la línea.
Tiene un sistema eléctrico que simplemente va conectado a la red eléctrica, disponiendo del panel eléctrico principal integrado en la estructura del equipo.
La velocidad de producción es de 1.200-1.500 botellas por hora, no siendo esta etapa el factor limitante en la salida del producto al almacén.

CARACTERÍSTICAS DE LA ETIQUETADORA AUTOADHESIVA LINEAL	
Fabricante	*Czech Brewery System*
Modelo	*BLA-MB1500*
Rendimiento	1.200 - 1.500 botellas/hora
Instalación eléctrica	240 V 60 Hz 1.6A
Potencia motor	0,3 kW
Consumo energético	0,75 kW/h
Longitud etiqueta	Mín.: 10 mm Máx.: 130 mm
Altura etiqueta	Mín.: 10 mm Máx.: 80/120/160/240
Diámetro máximo de la bobina	300 mm
Salida del bobinado	Exterior
Dimensiones (H x A x P)	1.250 x 2.000 x 1.200 mm
Localización	Sala de embotellado

Tabla 9 Características de la etiquetadora autoadhesiva lineal

Ilustración 14 Detalle de etiquetadora automática autoadhesiva lineal

2.1.10. Detector de metales

Es obligatorio la instalación de un detector de metales por si se pudiese dar la aparición de virutas de acero de alguna de los equipos por los que transcurre el líquido. Pese a no ser opaco, la supervisión visual de este tipo de elementos es demasiado complicado y no daría una seguridad absoluta de la ausencia de estos metales.

Es por eso que se decide instalar un detector de metales previo al llenado para asegurarnos que no existen estos elementos en este proceso tan crítico.

El sistema, cuando detecta una señal positiva de presencia de metales, activa una electroválvula que se abre liberando un pequeño volumen del producto donde se encuentra el peligro.

Además, este detector dispone también de un detector contra parásitos indeseables, eliminando las señales indeseadas.

CARACTERÍSTICAS DEL DETECTOR DE METALES	
Fabricante	*IBBERCASSEL*
Modelo	*Metal Shark*
Elementos detectables	Productos férricos, aluminio, latón y acero inoxidable
Caudal de trabajo	0,44 m^3/h
Dimensiones (H x A x P)	470 x 540 x 1750 mm
Instalación eléctrica	230 V 50 Hz
Peso	73 kg
Potencia	0,75 kW
Consumo	2,1 kW/h
Temperatura de trabajo	-10°C a 50°C
Material	Acero inoxidable
Localización	Sala de embotellado

Tabla 10 Características del detector de metales

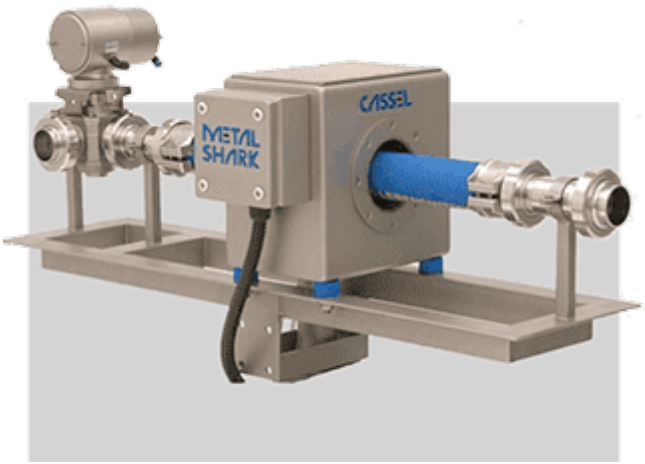


Ilustración 15 Detector de metales

2.1.11. Equipo de tratamiento de agua

El equipo se basa en un sistema de ósmosis inversa con tratamiento de carbón activado, siendo este empleado en el tratamiento del agua de consumo de la planta.

Se fundamenta en un proceso que desmineraliza el agua empujándola bajo presión a través de una membrana semipermeable de ósmosis inversa.
El equipo permite obtener agua de calidad libre de sustancias contaminantes como nitrato, nitrito, cal, metales pesados, cloro, disolventes orgánicos, pesticidas y otros muchos más que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

El equipo dispone además de un tratamiento del agua con carbón activado, el cual consiste en una mejora sustancial del agua de red para la elaboración. Este carbón activo actúa sobre el agua mejorando el sabor, eliminando olores por gases disueltos, disminuye la concentración de cloro, ozono y microcontaminantes (pesticidas y otras substancias disueltas), etc.

Ilustración 16 Equipo de ósmosis inversa

El equipo reduce los riesgos de pérdidas de tiempos muertos en la eliminación de cal de los equipos en los que se emplea agua como la enjuagadora de botellas.

El tratamiento de agua con el equipo de osmosis inversa se compone de un filtro de sedimentos, un prefiltrado de 5 micras que evita el deterioro de las membranas semipermeables y un postfiltro además del propio proceso de ósmosis inversa.

El equipo funciona gracias a una bomba centrífuga que asegura tener la presión adecuada de forma automática. Las membranas semipermeables de poliamida tendrán una vida útil máxima de 3 años si se realiza los mantenimientos necesarios.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA	
Distribuidor	*IMAWATER*
Modelo	*IMA-ECO*
Producción	2000 L/h
Potencia	3,0 kW
Consumo energético	4,7 kW/h
Instalación eléctrica	Trifásico 220 V 50Hz
Presión del agua de alimentación	1 kg/cm^2
Presión de operación	18 kg/cm^2
Temperatura de alimentación	Mín: 10°C Máx: 30°C
Dimensiones (H x A x P)	1530 x 1350 x 1100
Localización	Sala de tratamiento de agua

Tabla 11 Características del equipo de ósmosis inversa con tratamiento con carbón activo

2.2. Equipo auxiliar

En este apartado se desarrollan equipos o accesorios que, sin ser equipos principales para los procesos de la industria, son recomendables o incluso imprescindibles para la realización de la actividad.

2.2.1. Báscula industrial

Es necesario una balanza industrial para la correcta dosificación de sacos de producto, en este caso, la dosificación con bentonita.

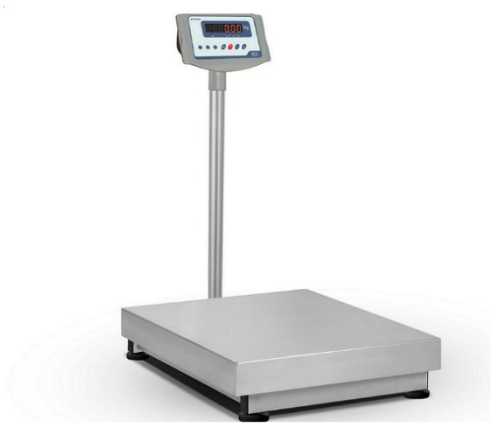


Ilustración 17 Báscula industrial

Se trata de una plataforma de acero con un plato y una columna con un indicador LED de 7 dígitos y 20 mm de altura. Es posible tanto ser alimentada por baterías como a la red, siendo normalmente esta última la más habitual dado que no va a ser necesario desplazarla salvo en casos excepcionales.

Tiene como funciones el ajuste de cero y la memoria de tara.

CARACTERÍSTICAS DE LA BÁSCULA INDUSTRIAL	
Fabricante	*Flintec*
Modelo	*RX ACCUREX 150M*
Potencia	5 W
Dimensiones (H x A x P)	620 x 400 x 600 mm
Capacidad	150 kg
Peso	8 kg
Instalación eléctrica	Tensión: 220 V monofásica Frecuencia: 50 Hz
Consumo	24 W/h
Cantidad	1
Localización	Sala de elaboración

Tabla 12 Características de la báscula industrial

2.2.2. Bomba de doble diafragma

La bomba de doble funciona sin suministro eléctrico, sino que tiene un funcionamiento neumático. Se emplea en la sala de embotellado y tiene su utilidad en el transporte de la hidromiel desde el tanque nodriza hasta la embotelladora. Se encuentra instalada de forma fija, ya que no se emplea en ningún otro proceso de elaboración.

Gracias a este equipo y al escaso recorrido necesario, la hidromiel final, siendo un producto muy sensible a las oxidaciones, no sufre ningún tipo de alteración en el transporte.

Funciona mediante dos bombas de doble diafragma accionadas por aire que funcionan según el principio de desplazamiento positivo oscilante, en dos cámaras consecutivas. Están divididas las regiones de líquido y aire por un diafragma conectados a un pistón que durante el primer ciclo se extrae el contenido de una de las cámaras, mientras que en la siguiente se introduce en la otra cámara, lo que hace una secuencia succión presión continua.

Ilustración 18 Bomba de diafragma

La bomba cuenta con unas válvulas de retención con resorte para cebado en la instalación. Esto hace que la bomba de diafragma funcione en cualquier orientación.

Esta bomba cumple con las necesidades de producción, ya que es capaz de bombear hasta un máximo de 18,9 L/min, siendo necesarios 5,0 L/min.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE DIAFRAGMA	
Fabricante	*Graco*
Modelo	*Husky 205*
Tipo de conexión	Rosca BSP 1/4
Caudal máximo	18,9 L/min
Tamaño máximo de sólidos	1,5 mm
Presión máxima de aire	7 bar
Presión de aire empleada	4,8 bar
Aire comprimido consumido	0,4 m^3/min
Temperatura máxima de trabajo	82 °C
Dimensiones (H x A x P)	93 x 146 x 164 mm
Peso	0,9 kg
Localización	Sala de embotellado

Tabla 13 Características de la bomba de diafragma

2.2.3. Carretilla eléctrica

La carretilla eléctrica será el equipo que nos permita el transporte y almacenaje del producto terminado. Una vez embotellado, encajado y paletizado, el operario cualificado para su manejo, siendo en este caso el encargado de almacén, transporta el palé con el producto terminado al almacén donde lo distribuirá convenientemente.

Además, también puede ser empleado para descargar los camiones que traigan materias primas o auxiliares y transportarlas hasta su almacén correspondiente.

Se opta por escoger el equipo que mejor se adapta a nuestra carga para reducir gastos, por lo que se opta por una carretilla eléctrica de 1.500 kg máximos de carga.

Con el modelo, la longitud de carga, la anchura de carga, el margen de holgura, la distancia de carga (317 mm) y el radio de giro, se puede calcular el ancho de pasillo óptimo, siendo en este caso 3620,7 mm.

Tiene la posibilidad de inclinar el mástil para asegurar en lo máximo posible la carga. Dispone de contrapesada de 3 ruedas.

La batería durara como mínimo 8 horas completas, debiéndose ser cargada en un punto de carga situada en la sala de embotellado. Los cargadores de la batería de la carretilla serán baterías industriales de 24V y 250 Ah

CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETILLA ELÉCTRICA	
Fabricante	*Still*
Modelo	*RX 50-10C*
Unidades	*2*
Tipo de alimentación	Eléctrica
Capacidad de carga	1.500 kg
Peso	2.976 kg
Dimensiones	2.160 x 802,4 x 2.466,4 mm
Radio de giro	1.229 mm
Altura máxima alcanzada	6.070 mm
Velocidad de desplazamiento cargado/descargado	12,5 km/h
Freno	Hidráulico
Motor	12 kW
Voltaje de la batería	24 V
Consumo	4,1 kW/h
Localización	Almacén de materias primas, almacén de materias auxiliares y almacén de producto terminado

Tabla 14 Características de la carretilla eléctrica

Ilustración 19 Carretilla eléctrica

Ilustración 20 Cargador industrial 24V

2.2.4. Compresor de aire

Un compresor de aire es aquel equipo empleado para generar un flujo de aire a presión mediante el movimiento de unos pistones, produciendo suficiente volumen como para cubrir las necesidades de la planta.

En este caso, el compresor, únicamente será necesario para suministrar aire a presión a la bomba de doble diafragma y a la llenadora monobloque, localizadas ambas en la sala de embotellado. Se emplea un compresor eléctrico insonorizado próximo a la bomba de doble diafragma para suministrar el caudal de aire a presión necesario.

Dispone de un ventilador integrado de ventilación forzada y un panel de instrumentos con todos los testigos necesarios para conocer el estado del equipo.

Como se desarrolla en el Anejo Nº12 referente a la instalación neumática, podemos ver que el consumo de aire comprimido es de 1,23 m^3/min, es decir, 1230 L/min.

Se dispone de un depósito acumulador

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR DE AIRE	
Fabricante	*SITASA*
Modelo	*AIRSIL 3 NB7*
Instalación eléctrica	Trifásico 400V 50 Hz
Caudal máximo suministrado	1,2 m^3/min
Presión máxima	11 bar
Potencia	7,5 KW
Consumo energético	11,8 kW/h
Presión máxima alcanzada	11 bar
Dimensiones (H x A x P)	1200 x 870 x 850 mm
Número de cilindros	2
Peso	252 kg
Localización	Sala de embotellado

Tabla 15 Características del compresor de aire

Ilustración 21 Compresor de aire

2.2.5. Bidón metálico reutilizable

Los bidones de metálicos serán los recipientes donde se recibirá la miel de abeja, los cuales una vez empleados, se lavarán con agua de red y se devolverán para su reutilización. Estos bidones se pueden emplear tanto para productos en estado líquido como sólidos, así como elementos viscosos como es en el caso de la miel.

Los bidones metálicos disponen de rebordes que permiten ser empleados por el carro elevador y volteador de bidones metálicos (apartado 2.1.2).

Estos bidones deben de cumplir una serie de condiciones de hermeticidad que permitan la estabilidad del producto.

La tapa superior, puede extraerse de forma completa para facilitar la adición de la miel de abeja al depósito de mezcla.

Se adquiere una cantidad suficiente para poder cubrir las necesidades de almacenamiento durante una semana. Al día, se emplean 12 bidones de miel de abeja sobre el depósito de mezcla. Esto hace una cantidad total de 60 bidones semanales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS BIDONES METÁLICOS REUTILIZABLES	
Distribuidor	*Grupo ROMA*
Capacidad total	200 L
Altura	880 mm
Diámetro	580 mm
Material	Chapa de acero laminada en frío
Cantidad	60
Peso vacío	16 kg
Peso lleno de miel de abeja	300 kg
Cantidad	60 uds.
Localización	Almacén de materias primas

Tabla 16 Características de los bidones metálicos reutilizables

Ilustración 22 Bidón metálico reutilizable

2.2.6. Calentador de bidones metálicos

Este equipo auxiliar servirá para calentar los bidones de 200 L que contienen la miel de abeja para redisolver la glucosa precipitada y reducir su viscosidad, lo que hará posible la adición al depósito de mezcla.

La plataforma sobre la que se colocan los bidones se calienta, transmitiendo este calor a todo el bidón y aumentando la temperatura interior.

Hay que ser consciente de que no se pueden superar en el interior los 27°C aproximadamente, dado que comenzaremos a perder compuestos importantes para el producto final. El equipo se debe conectar 15 minutos antes de su uso, dado que tiene que adquirir la temperatura adecuada de uso.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO CALENTADOR DE BIDONES METÁLICOS	
Distribuidor	*Denios*
Referencia	171803W
Capacidad de los bidones	200 L
Rango de temperaturas	0-150°C
Potencia	900 W
Dimensiones exteriores (H x A x P)	105 x 880 x 600 mm
Instalación eléctrica	230 V 50 Hz
Peso	14,8 kg
Longitud de cable	2 m
Localización	Sala de elaboración

Tabla 17 Características del calentador de bidones metálicos

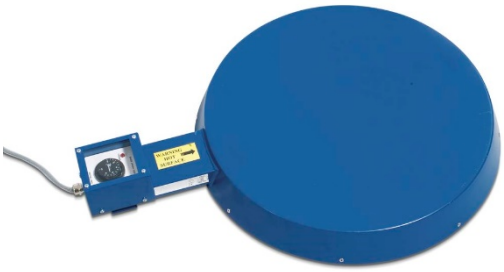


Ilustración 23 Calentador de bidones metálicos

2.2.7. Placas filtrantes de celulosa

Las placas filtrantes son aquellos elementos porosos por los que se hará pasar la hidromiel una vez clarificada en el traspaso al depósito nodriza de la embotelladora.

Las placas que se emplean son placas filtrantes para obtener un alto grado de retención de microorganismos. Estas placas retienen partículas de pequeño tamaño y de naturaleza variable, lo que unido al poder de retención de microorganismos hace que su empleo esté indicado para la filtración final de la hidromiel.

La porosidad de estas placas se obtiene como resultado de la mezcla de materiales gruesos y finos. Los poros grandes se sitúan al lado de la entrada del filtro, mientras que los más pequeños se sitúan al lado de la salida.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLACAS FILTRANTES	
Distribuidor	*Piensos LAGO*
Modelo	BECO Standard KDS12
Micraje nominal	0,8 µm
Espesor	3,8 mm
Resistencia a la rotura en húmedo	> 50 kPa
Permeabilidad media de agua	115 L/m^2 min
Dimensiones (A x P)	20 x 20 cm
Forma	Cuadrada
Localización	Sala de elaboración

Tabla 18 Características de las placas filtrantes

Ilustración 24 Placas filtrantes

2.2.8. Contenedor de lías

Se trata de un depósito de plástico de 1.000 L de capacidad donde se destinarán las lías sedimentadas en los procesos de fermentación y clarificación.

Se sitúa fuera de la nave donde se realiza el proceso de elaboración y el depósito cuenta con un palé metálico incorporado para su transporte a pie de depósito gracias al uso de una traspaleta manual y poder verter las lías con la ayuda de la bomba de rodetes desde la válvula de vaciado total. Es por esto, que el depósito debe de ser capaz de disponer de una gran resistencia a la estancia en el exterior.

Al día se obtienen un total de 107 kg de lías, siendo necesaria su retirada semanal por un gestor autorizado.

CARACTERÍSTICAS DEL CONTENEDOR DE LÍAS	
Distribuidor	*PEQUINSA*
Capacidad	1.000 L
Material	Plástico con refuerzo metálico
Dimensiones (H x A x P)	1170 x 1000 x 1200 mm
Peso	60,5 kg
Orificio de llenado	150 mm de diámetro
Válvula inferior	Salida de 50 mm
Localización	Exterior de la nave

Tabla 19 Características del contenedor de lías

Ilustración 25 Contenedor de lías

2.2.9. Transpaleta manual

La función de este equipo auxiliar será el transporte de cargas pesadas con palé como es el caso del contenedor de lías. Además, también puede servir para trasladar palés de materias auxiliares en la sala de embotellado para colocarlos en un sitio apropiado o para desplazar el palé con el producto terminado encajonado por completo para proceder a su embalaje.

El sistema de funcionamiento se basa en un timón con 3 posiciones de levantamiento-neutro-bajada.

CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSPALETA	
Distribuidor	*RAJA*
Referencia	*TPL2T*
Cantidad	*2 uds.*
Largo horquillas	1150 mm
Ancho horquillas	155 mm
Separación entre horquillas	230 mm
Dimensiones (H x A x P)	1220 x 540 x 1520 mm
Peso	65 kg
Capacidad	2.000 kg
Localización	Sala de elaboración/Sala de embotellado

Tabla 20 Características de la transpaleta manual

Ilustración 26 Transpaleta manual

2.2.10. Carro elevador y volteador de bidones

El carro elevador y volteador de bidones es un equipo especialmente diseñado para la manipulación de los bidones metálicos (apartado 2.2.4) donde se encuentra la miel de abeja, lo que nos permite elevar, mover y verter esta materia prima sobre el depósito de mezcla.

El equipo funciona gracias a un pedal que activa el gato hidráulico que eleva el bidón y una manivela para volcar este la inclinación deseada. El carro se puede mover para colocarlo adecuadamente sobre el depósito una vez elevado el bidón gracias a unas asas y unas ruedas de nylon fijas.

CARACTERÍSTICAS DEL CARRO ELEVADOR Y VOLTEADOR DE BIDONES	
Distribuidor	*HALÉCO*
Referencia	*047.588.71.*
Carga máxima admisible	350 kg
Peso	155 kg
Tipo	Carro
Dimensiones (H x A x P)	2020 x 1240 x 1070 mm
Localización	Sala de elaboración

Tabla 21 Características del carro elevador y volteador de bidones

Ilustración 27 Carro elevador y volteador de bidones

2.2.11. Transportador de bidones metálicos

Este equipo se basa en un elevador de bidones con palanca que permite transportar de forma rápida y sencilla los bidones metálicos con bordes de acero de 200 L en los cuales se encuentra la miel de abeja, siendo estos transportados desde el almacén de materias primas hasta el depósito de mezcla.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPORTADOR DE BIDONES METÁLICOS	
Distribuidor	*PROFISHOP*
Referencia	*197983-EAA*
Capacidad de carga	*250 kg*
Tipo de elevación	Manual
Dimensiones (H x A x P)	1050 x 820 x 875 mm
Peso	36 kg
Altura máxima de elevación	200 mm
Localización	Sala de elaboración/Almacén de materias primas

Tabla 22 Características del transportador de bidones metálicos

Ilustración 28 Transportador de bidones metálicos

2.2.12. Tiras indicadoras de pH

Se empleará las tiras indicadoras de pH para la revisión en pocos segundos del pH aproximado del agua proveniente del último lavado con productos de los diferentes depósitos y la embotelladora.

La medida será representada por cambios de color de la tira indicadora que, gracias a una escala proporcionada por el fabricante, se puede determinar de una manera visual el pH del agua.

Esto nos servirá para saber si quedan restos de detergente alcalino, si el indicador queda en pH básico o si quedan restos del ácido orgánico quedando un pH ácido.

CARACTERÍSTICAS DE LAS TIRAS INDICADORAS DE PH	
Distribuidor	*RS Componentes*
Modelo	*Instruments direct*
Rango de medida	0,2 a 14
Cantidad	Bolsa de 50 unidades
Localización	Sala de elaboración

Tabla 23 Características de las tiras indicadoras de pH

Ilustración 29 Tiras indicadoras de pH

2.2.13. Tuberías flexibles

Las tuberías flexibles se emplearán en los trasiegos y movimiento de mosto e hidromiel entre los distintos depósitos. Estas disponen de conexiones de acero inoxidable en sus extremos para conectarse a las correspondientes válvulas de los depósitos y las bombas.

Las tuberías están fabricadas en poliuretano en base poliéster transparente con un espesor constante de 2,3 mm. Se encuentra reforzada con una espiral de acero

cobreado recubierto por una funda de poliuretano, que mejora las características anti-estáticas.

Las tuberías son muy ligeras, lo que favorece su instalación en vacío sobre unos soportes situados a 2 metros de altura en los depósitos que permite dejar libre el espacio de trabajo, evitando riesgos de caída al mismo nivel y dejando libre las rutas de evacuación en caso de incendios.

El material es apto para uso alimentario al estar exento de halógenos y disponer de resistencia antibacteriana. Dispone de una resistencia óptima a la abrasión, a los agentes atmosféricos y a la mayoría de productos químicos.

Para los trabajos relacionados con la elaboración, es necesaria el empleo de adaptadores de diámetro. Se adquieren, por tanto, piezas de reducción de diámetro de 50 a 45 mm DN.

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS FLEXIBLES	
Distribuidor	*MyT*
Material	Poliuretano flexible
Espesor	2,3 mm
Peso relativo	800 g/m
Radio de curvatura	181 mm
Temperaturas de trabajo	-40°C a 90 °C
Longitud comercial	10 m
Cantidad	8 uds
Localización	Sala de elaboración

Tabla 24 Características de las tuberías flexibles

2.2.14. Estanterías almacén de materias primas y auxiliares

Las estanterías metálicas de ángulo ranurado se emplean en el almacén de materias primas, almacén de materias auxiliares, almacén de productos químicos, almacén de herramientas, sala de tratamiento de agua y cuarto de limpieza para evitar que las cajas, envases o herramientas se encuentren apoyadas en el suelo y tenga una mejor disposición para el transporte y el orden dentro de las salas.

En el caso del almacén de materias primas, se dispondrán los sacos de 20 kg de bentonita y las bolsas de 1 kg de LSA, dispuestas de tal forma que las bolsas de bentonita, mucho más pesadas que las bolsas de LSA, se dispongan en la parte inferior donde será más sencillo su transporte.

Por otro lado, en el almacén de materias auxiliares, se emplearán estas estanterías para almacenar las cajas de transporte de bobinas de etiquetas, bolsas de tapones corona y rollos plásticos de embalar, todos en estanterías independientes para mantener un orden.

En la sala de tratamiento se dispondrá de una estantería para albergar todos los filtros y membranas de recambio, así como el carbón activo necesario.

En el almacén de productos químicos, salas de herramientas y en el cuarto de limpieza se disponen de un par de estanterías para albergar todos los productos y herramientas necesarias.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTANTERÍA DEL ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS	
Distribuidor	*Ractem Racking System*
Modelo	Estantería de ángulo ranurado
Anchura de balda	800 mm
Altura total	2.000 mm
Fondo de balda	300 mm
Número de baldas	3
Peso máximo	140 kg
Altura balda intermedia	1.000 mm
Material balda	Bandeja metálica
Unidades	1 ud.
Localización	Almacén de materias primas

Tabla 25 Características de la estantería del almacén de materias primas

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTANTERÍAS DEL ALMACÉN DE MATERIAS AUXILIARES	
Distribuidor	*Ractem Racking System*
Modelo	Estantería de ángulo ranurado
Unidades	3 uds.
Anchura de balda	800/1200/900 mm
Altura total	2.000 mm
Fondo de balda	800/400/400 mm
Número de baldas	3/3/4
Peso máximo	140 kg
Material balda	Bandeja metálica
Localización	Almacén de materias auxiliares

Tabla 26 Características de las estanterías del almacén de materias auxiliares

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTANTERÍAS DE LA SALA DE TRATAMIENTO DE AGUA	
Distribuidor	*Ractem Racking System*
Modelo	Estantería de ángulo ranurado
Unidades	1 uds.
Anchura de balda	1.000 mm
Altura total	2.000 mm
Fondo de balda	300 mm
Número de baldas	3
Peso máximo	70 kg
Material balda	Bandeja metálica
Localización	Sala de tratamiento de agua

Tabla 27 Características de la estantería de la sala de tratamiento de agua

CARACTERÍSTICAS DE OTRAS ESTANTERÍAS AUXILIARES	
Distribuidor	*Ractem Racking System*
Modelo	Estantería de ángulo ranurado
Unidades	6 uds.
Anchura de balda	1.000/1.500 mm
Altura total	2.000 mm
Fondo de balda	300 mm
Número de baldas	3
Peso máximo	70/100 kg
Material balda	Bandeja metálica
Localización	Almacén de productos químicos, cuarto de limpieza y almacén de herramientas

Tabla 28 Características de las estanterías del almacén de productos químicos, cuarto de limpieza y almacén de herramientas

2.3. Equipos y maquinaria de laboratorio

En este apartado, se va a describir todos los equipos y maquinarias que se emplearán específicamente en el laboratorio para realizar los análisis pertinentes de las materias primas y auxiliares, y los consiguientes controles de fermentación y de producto terminado.

Como se describe en el Anejo Nº2 apartado 2.1., se realizarán una serie de controles de recepción rutinarios y semanales para los diferentes lotes de miel de abeja, y, por tanto, debemos disponer de los materiales y equipos necesarios. Además, debemos de tener las herramientas para controlar la fermentación alcohólica (densímetro y termómetro) y los equipos para realizar los análisis previos al embotellado.

2.3.1. Espectrofotómetro UV/VIS

El espectrofotómetro se empleará para la determinación de HMF en la miel, midiendo la diferencia entre dos absorbancias (284 nm y 336 nm) y tomando como referencia una muestra de agua destilada.

El equipo viene con dos cubetas de poliestireno para región VIS y dos cubetas de cuarzo para región UV.

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECTROFOTÓMETRO UV/VIS	
Fabricante	*QUIRUMED*
Modelo	4211/20
Rango de medición	325-1000 nm
Ancho de banda	4 nm
Sistema óptico	Haz simple con rejilla de 1200 líneas/mm
Exactitud	± 1 nm
Fuente de iluminación	Lámpara de tungsceno
Compartimento para cubetas	4 cubetas de 10 mm de paso de luz
Instalación eléctrica	220 V 50Hz
Potencia	2,1 kW
Consumo energético	2,1 kW/h
Dimensiones (H x A x P)	180 x 370 x 470 mm
Peso	12 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 29 Características del espectrofotómetro UV/VIS

Ilustración 30 Espectrofotómetro UV/VIS

2.3.1. Estufa de desecación

La estufa es un equipo empleado en la determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua y para la determinación de las cenizas.

La temperatura máxima que alcanzaremos en estos procedimientos es 135°C y el tiempo máximo de uso será 1 hora por cada análisis.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTUFA DE DESECACIÓN	
Distribuidor	*Quercus Lab*
Referencia	50631031
Material exterior	Acero pintado
Material interior	Acero inoxidable
Capacidad	30 L
Rango de temperaturas	80-250 °C
Resolución	1 °C
Instalación eléctrica	220 V 50 Hz Fusible 15ª
Potencia	3,3 kW
Consumo	3,3 kW/h
Dimensiones interiores (H x A x P)	310 x 310 x 310 mm
Dimensiones exteriores (H x A x P)	460 x 510 x 690 mm
Peso	39 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 30 Características de la estufa de desecación

Ilustración 31 Estufa de desecación

2.3.1. pH-metro y conductímetro

Es un equipo que nos permite la determinación rápida del pH y conductividad de la muestra, lo que nos permite realizar la titulación para la determinación de la acidez, la basificación del NaOH 0,1N en la determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua y la determinación de la conductividad eléctrica.

Además, dispone internamente integrado en el sistema, una sonda de referencia con un conector tipo banana y una sonda de temperatura Pt 1000 que aplica la corrección de la medida de forma automática.

Se puede combinar con el agitador magnético para conseguir una medida estable o agitar manualmente de forma constante.

Los electrodos, tanto el de pH como el de conductividad, deben encontrarse siempre limpios y húmedos en sus correspondientes soluciones, tal como viene definido en su ficha de seguridad.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Distribuidor	*CRISON*
Referencia	BASIC 20
Rango de pH	-2 a 16
Resolución	0,01
Calibración	Interna con soluciones tampón
Dimensiones (H x A x P)	98 x 325 x 155 mm
Instalación eléctrica	220 V 50 Hz
Potencia	96 W
Consumo	96 W/h
Localización	Laboratorio

Tabla 31 Características del pH-metro y conductímetro

Ilustración 32 Equipo de medida de pH y conductividad

2.3.1. Refractómetro de mesa

El refractómetro se emplea para la determinación del contenido de humedad de la miel en el laboratorio. Este equipo nos dará la concentración de azúcar y mediante la tabla de Chataway, podemos hacer la conversión para obtener el porcentaje de humedad de la muestra.

Ilustración 33 Refractómetro de mesa

La medida se debe realizar a 20°C y el equipo se debe calibrar previamente con agua destilada.

Dado que no es necesario la movilidad del equipo fuera del laboratorio se opta por un refractómetro de mesa, los cuales dan mayor resolución en la medida y son más robustos con una vida útil más elevada.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Fabricante	*CIVEQ*
Modelo	ZWAJ
Rango de medición	1,300 – 1,700
Precisión	± 0,0002
Resolución	0,25%
Iluminación	Espejo para luz natural
Dimensiones (H x A x P)	190 x 250 x 90 mm
Peso	3 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 32 Características del refractómetro de mesa

Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22.0
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4810	22.2
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23.0
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4785	23.2
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24.0
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4760	24.2
1.4966	**16.0**	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	**16.2**	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25.0
1.4946	16.8	1.4840	21.0	-	-
1.4940	17.0	1.4835	21.2	-	-

Tabla 33 Tabla de Chataway revisada para determinación de la humedad de la miel

2.3.2. Nefelómetro

Se empleará el nefelómetro en la medida de la turbidez tras la clarificación, lo que nos permitirá conocer el momento exacto de limpidez del depósito y conocer el rendimiento de la clarificación.

El nefelómetro es un equipo que se emplea en la determinación de la cantidad de partículas en suspensión que dispone un líquido.

Su fundamento se basa en la medición de la luz que dispersas estas partículas al hacer pasar un haz de luz a través de la muestra. El detector de la luz desviada se coloca a 90º del generador del haz de luz y por tanto se puede determinar la densidad de partículas en suspensión y por tanto la turbidez de la muestra.

CARACTERÍSTICAS DEL NEFELÓMETRO	
Fabricante	*PCE Ibérica*
Modelo	PCE-TUM 20
Rango de medición	0-50 NTU
Precisión	± 0,5 NTU
Resolución	0,0
Fuente luminosa	LED, infrarrojo a 850 nm
Baterías	6 pilas de 1,5 V AAA
Dimensiones (H x A x P)	62 x 155 x 76 mm
Peso	320 g
Localización	Laboratorio

Tabla 34 Características del nefelómetro

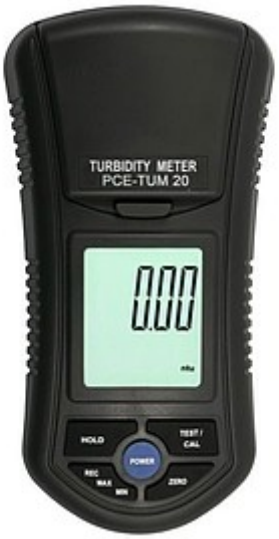


Ilustración 34 Nefelómetro

2.3.3. Destilador automático García-Tena

El destilador automático García-Tena sirve para la determinación de la acidez volátil en los procesos de mezcla y calentamiento del mosto, tras la fermentación alcohólica, depósito nodriza y en el producto terminado.

Consiste en un módulo que automatiza el método de determinación de la acidez total por García-Tena, teniendo un funcionamiento muy simple y mediciones de la acidez volátil de forma rápida y precisa.

CARACTERÍSTICAS DEL DESTILADOR AUTOMÁTICO GARCÍA-TENA	
Distribuidor	*GAB*
Referencia	*TENAMATIC*
Instalación eléctrica	230 V 50 Hz
Potencia	0,57 kW
Consumo	0,57 kW/h
Dimensiones (H x A x P)	150 x 250 x 310 mm
Peso	2,65 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 35 Características del destilador automático García-Tena

Ilustración 35 Destilador automático García-Tena

2.3.1. Sistema de filtración al vacío

Este conjunto de elementos auxiliares de laboratorio se empleará en la determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua.

Se usa para obtener una muestra libre de sólidos disueltos que posteriormente se tratarán y pesarán. En el laboratorio, la fuerza filtrante será la generación de un vacío por medio de una trompa de agua.

Esta filtración requiere de un mecanismo que genera un vacío moderado en el recipiente, aumentando sustancialmente la velocidad de filtración.

Los equipos necesarios serán una trompa de agua, dos matraces kitasato y un embudo Buchner.

El embudo Buchner tiene que ser capaz de resistir altas temperaturas por tiempos prolongados, dado que se introducirá en la estufa desecante para tratamiento de la muestra de los sólidos retenidos en el filtro.

Los filtros deben de tener un tamaño de poro comprendido entre 15 y 40 micras para retener los sólidos suficientes para una medida precisa.

Ilustración 36 Embudo Buchner

Los matraces kitasato, los cuales disponen de una salida para la trompa de agua que les caracteriza, tienen que ser capaces de resistir un vacío moderado en su interior. Se adquieren dos unidades dado que es recomendable añadir al montaje un segundo kitasato de seguridad, para evitar que pueda contaminarse el líquido filtrado con agua de la trompa. Esto puede suceder por una caída de presión en la red de agua o por cerrar el grifo antes de interrumpir el vacío.

Además de estos elementos básicos, en el sistema entran unos elementos auxiliares como son los filtros, soportes y las tuberías de látex del sistema.

CARACTERÍSTICAS DEL EMBUDO BUCHNER	
Distribuidor	*QUERCUS LAB*
Referencia	20237050
Material	Porcelana esmaltada
Diámetro interior	55 mm
Altura	95 mm
Capacidad	50 mL
Localización	Laboratorio

Tabla 36 Características del embudo Buchner

CARACTERÍSTICAS DEL MATRAZ KITASATO	
Distribuidor	*QUERCUS LAB*
Referencia	12418221
Material	Vidrio borosilicato
Capacidad	250 mL
Altura	140 mm
Diámetro de la base	85 mm
Diámetro de la boca interior	29 mm
Diámetro de la oliva	8 mm
Cantidad	2 uds.
Localización	Laboratorio

Tabla 37 Características del matraz kitasato

Ilustración 37 Matraz kitasato

CARACTERÍSTICAS DE LA TROMPA DE AGUA PARA VACÍO	
Distribuidor	*LABBOX*
Referencia	VPUP-001-001
Material	Vidrio borosilicato LBG 3.3
Diámetro del conector	13,5 mm
Altura	190 mm
Diámetro de la oliva	9 mm
Diámetro de la boca interior	29 mm
Diámetro de la oliva	8 mm
Localización	Laboratorio

Tabla 38 Características de trompa de agua para vacío

Ilustración 38 Trompa de agua para vacío

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS DE LÁTEX	
Fabricante	*LABBOX*
Referencia	LTXT-004-005
Material	Látex
Diámetro interior	7 mm
Diámetro exterior	10 mm
Tipo	Apto para olivas 8/9
Longitud	5 m
Cantidad	5 uds.
Localización	Laboratorio

Tabla 39 Características de las tuberías látex

Ilustración 39 Tuberías de látex

CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE PARA MATRAZ	
Distribuidor	*EXPONDO*
Modelo	SBS-LS-100
Material	Acero, goma y plástico
Diámetro de la nuez	16 mm
Dimensiones	28 x 13,5 x 58 cm
Peso	1,4 kg
Cantidad	2
Localización	Laboratorio

Tabla 40 Características del soporte para el matraz

Ilustración 40 Soporte para el matraz

2.3.1. Baño termostático

Se empleará en la determinación de la conductividad eléctrica y en la determinación del contenido de humedad.

En el laboratorio se emplea para licuar la miel para la muestra de humedad y para mantener la muestra a 20°C en la determinación de la conductividad.

CARACTERÍSTICAS DEL BAÑO TERMOSTÁTICO	
Fabricante	*DIVERS/DUTSCHER*
Modelo	*940891*
Volumen de la cubeta	3,5 L
Dimensiones	260 x 165 x 225 mm
Temperatura de trabajo	De temperatura ambiente + 5°C a 90°C
Potencia	0,35 kW
Consumo energético	0,35 kW/h
Material	Acero inox. y policarbonato
Localización	Laboratorio

Tabla 41 Características del baño termostático

Ilustración 41 Baño termostático

2.3.2. Balanza de precisión

La balanza de precisión nos permite calcular alícuotas exactas de muestra para la determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua, determinación de HMF.

CARACTERÍSTICAS DE LA BALANZA DE PRECISIÓN	
Distribuidor	*RADWAG*
Referencia	WTC
Capacidad máxima	200 g
Legibilidad	0,001 g
Rango de tara	-200 g
Repetibilidad	0,002
Calibración	Externa
Instalación eléctrica	240V 50 Hz
Potencia	6 W
Consumo máximo de potencia	6 W/h
Dimensión del platillo	100 mm de diámetro
Dimensiones (H x A x P)	110 x 180 x 320 mm
Peso	1,3 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 42 Características de la balanza de precisión

Ilustración 42 Balanza de precisión

2.3.1. Agitador magnético

Este equipo servirá para realizar una buena homogenización de las mezclas en la determinación del contenido de HMF. Dado que la miel es tan densa, es complicado la correcta homogenización de la mezcla en agua, siendo por tanto necesario un agitador magnético. Se debe disponer de por lo menos un imán de teflón cilíndrico para introducir en la mezcla y que no interaccione con ella.

No es necesario la aplicación de calor y por tanto podemos excluir esa función en el equipo.

Este equipo permite el giro en ambas direcciones para conseguir una homogenización máxima, siendo posible seleccionar los intervalos de giro manualmente. Además, tiene como sistemas de seguridad el frenado automático del motor cuando se retira el vaso o asegurar que nunca se supere la velocidad máxima.

CARACTERÍSTICAS DEL AGITADOR MAGNÉTICO	
Fabricante	*HANNA Instruments*
Modelo	HI 302N
Capacidad máxima de agitación	2,5 L
Rango de velocidades	Mín.: 100 rpm Máx.: 800-1000 rpm
Instalación eléctrica	230/240 V 50/60 Hz
Potencia	10 W
Consumo energético	10 W/h
Dimensiones (H x A x P)	180 x 180 x 70 mm
Peso	1,4 kg
Localización	Laboratorio

Tabla 43 Características del agitador magnético

Ilustración 43 Agitador magnético

2.3.2. Vaso de precipitados

El vaso de precipitados es un recipiente cilíndrico de vidrio borosilicato empleado para preparar o calentar sustancias y provistos de un labio para evitar derrames.

En el laboratorio, se empleará para calentar la miel a 20°C en el baño termostático en la determinación de la conductividad eléctrica y para realizar las mezclas necesarias en la determinación de hidroximetilfurfural (HMF).

Se adquieren 3 vasos de precipitados para en caso de rotura o necesidad de preparar varias muestras simultáneas. La capacidad máxima que necesitamos es de 100 mL, dado que para la determinación de la acidez necesitamos disolver la muestra de miel en 75 mL de agua destilada.

CARACTERÍSTICAS DEL VASO DE PRECIPITADOS	
Fabricante	*Labbox*
Capacidad	100 mL
Diámetro	50 mm
Altura	70 mm
Material	Vidrio borosilicato 3.3 de baja expansión
Cantidad	3
Localización	Laboratorio

Tabla 44 Características del vaso de precipitados

Ilustración 45 Vaso de precipitados

2.3.1. Tubos de ensayo

Los tubos de ensayo se emplearán en los controles de determinación del contenido de HMF. Son materiales auxiliares de uso general de laboratorio que nos permitirá realizar una muestra con alícuotas de pequeño volumen.

Se adquiere una caja con 250 unidades para repuestos en caso de rotura.

CARACTERÍSTICAS	
Fabricante	*DURAN GROUP*
Referencia	23.172.099
Material	Vidrio borosilicatado 3.3
Altura	75 mm
Diámetro externo	12,25 mm
Grosor de pared	0,5 mm
Fondo	Redondo
Capacidad	6 mL
Unidades	250 uds.
Localización	Laboratorio

Tabla 45 Características de los tubos de ensayo

Ilustración 46 Tubos de ensayo

2.3.1. Bureta

La bureta se empleará para la titulación con hidróxido sódico 0,1N para la determinación de la acidez.

Se trata de dispensadores de volúmenes muy reducidos que permite comprobar visualmente el viraje de una muestra preparada gracias a indicadores químicos, y al encontrarse graduada, la bureta nos indica el gasto de reactivo que se ha empleado para posterior cálculo.

Debemos tener en cuenta que el reactivo con el que se realiza la valoración no produzca reacción con ningún material de la bureta, sobre todo con el grifo inferior.

La bureta debe ir colocada sobre un soporte, donde se empleará el soporte adquirido en el sistema de vacío del apartado 2.3.1.

CARACTERÍSTICAS	
Distribuidor	*Labotienda*
Referencia	11170120
Capacidad	25 mL
Diámetro	12 mm
Longitud	630 mm
Graduación	0,1 mL
Tolerancia	± 0,05 mL
Material del grifo	PTFE
Cantidad	2
Localización	Laboratorio

Tabla 46 Características de la bureta

Ilustración 47 Bureta

2.3.1. Matraces aforados

Los matraces aforados son materiales volumétricos de laboratorio que tienen como función en la planta la preparación de diluciones precisas en la determinación de la conductividad eléctrica y en la determinación del contenido de HMF.

Para la determinación de la conductividad eléctrica, se llevará el aforado a 25 mL y en el caso de la determinación del contenido de HMF se empleará un aforado de dilución en 50 mL.

Junto con los matraces, se adquieren tapones de polipropileno para poder tapar los matraces e impedir su contaminación.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATRACES AFORADOS DE 25 mL/50 mL	
Distribuidor	*Endoglassware*
Referencia	DDB003/DDB004
Capacidad	25 mL/50 mL
Diámetro de la base	25 mm/30 mm
Altura	110 mm/140mm
Tapón	10/19 y 12/21
Tolerancia	± 0,040 mL/0,060 mL
Material	Vidrio borosilicato 3.3 con tapón de polipropileno
Cantidad	3
Localización	Laboratorio

Tabla 47 Características de los matraces aforados

Ilustración 48 Matraz aforado

2.3.1. Pipetas y pipeteadores

Las pipetas se emplean para tomar la alícuota de muestra precisa (3 mL) para la determinación del contenido de HMF.

Se trata de material volumétrico graduados para tomar volúmenes precisos para preparación de las muestras.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PIPETAS	
Distribuidor	*Endoglassware*
Referencia	DGD003
Capacidad	5 mL
Diámetro	8 mm
Longitud	360 mm
Graduación	0,05 mL
Tolerancia	± 0,5 mL
Material	Vidrio borosilicato 3.3
Cantidad	3
Localización	Laboratorio

Tabla 48 Características de las pipetas

CARACTERÍSTICAS DE LOS PIPETEADORES	
Distribuidor	*BRIXCO*
Referencia	5243
Capacidad	10 Ml
Color	Verde
Dimensiones (H x A x P)	190 x 370 x 290 mm
Cantidad	3
Vida útil	1 – 2 años
Tipo	Cremallera
Localización	Laboratorio

Tabla 49 Características de los pipeteadores

Ilustración 49 Pipeta de 5 mL

Ilustración 50 Pipeteador de 10 mL

2.3.2. Botes de muestras

Los botes de muestra se emplean como recipiente para el transporte de las muestras desde el punto de toma de muestra, ya sea de miel de abeja, producto en elaboración o producto previo al embotellado, hasta el laboratorio sin que sufra de alteraciones ambientales.

Deberá cumplir los siguientes requisitos:

- No debe verse afectado por la muestra
- Debe garantizar la integridad de las muestras
- Debe estar diseñado y fabricado de tal forma que permita un cierre estanco o hermético
- Debe tener la solidez suficiente para soportar el transporte y el almacenamiento
- Debe estar diseñado para garantizar un precintado correcto y descartar la manipulación sin autorización.

Se empleará unos botes plásticos de 250 mL con cierre hermético.

Tabla 50 Características de los botes de muestra

CARACTERÍSTICAS DE LOS BOTES DE MUESTRA	
Fabricante	*JUVASA*
Modelo	Ana Pet
Capacidad	250 mL
Diámetro de la boca	38 mm
Peso	20 g
Diámetro	58,6 mm
Altura	131,5
Color	Plástico transparente
Forma	Cilíndrica
Localización	Laboratorio

Ilustración 51 Bote de muestras

2.3.3. Termómetro

El termómetro será empleado diariamente para el control de las fermentaciones alcohólicas.

Se emplea un termómetro digital que permite mediciones rápidas y permite ahorrar tiempo en todos los controles diarios. El termómetro dispone de un sistema de autocalibrado, sin embargo, es recomendable revisar esta calibración por lo menos una vez semanalmente.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO	
Fabricante	*HANNA Instruments*
Modelo	Hl 98501
Rango de temperaturas	-50,0 °C a 150,0 °C
Cantidad	2 uds.
Tipo de sonda	Fija de acero inoxidable
Resolución	0,1 °C
Precisión	0,2°C
Dimensiones del medidor (H x A x P)	185 x 50 x 21 mm
Peso del medidor	50 g
Localización	Laboratorio

Tabla 51 Características del termómetro digital

Ilustración 52 Termómetro digital

2.3.4. Densímetro

El densímetro o mostímetro es el equipo que emplearemos para los controles diarios de densidad de los depósitos de fermentación.

Una vez calibrado con agua pura a 20°C, el densímetro nos dará los valores de la densidad en diferentes unidades, para poder realizar el seguimiento del descenso de esta a causa del consumo de azúcar por parte de las levaduras.

Se adquirirán dos densímetros para evitar no poder realizar el control diario a causa de la rotura del densímetro.

CARACTERÍSTICAS	
Fabricante	*Alla France*
Modelo	2000FG-05
Rango	0,980-1.150
Divisiones	2
Temperatura de calibración	20 °C
Precisión	0,2°C
Longitud	310 mm
Diámetro	19 mm
Cantidad	2 uds
Localización	Laboratorio

Tabla 52 Características del densímetro

Ilustración 53 Densímetro

Anejo Nº4
Control de calidad

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se desarrollará todo lo referente al conjunto de elementos que permiten cubrir las necesidades requeridas para el producto final. Para ello se debe mantener un control exhaustivo de cada lote de producción, a través de muestras representativas de cada uno de estos lotes para tener conocimiento de las condiciones de higiene y calidad o si las materias auxiliares recibidas cumplen las condiciones exigidas para ser adecuadas a los procesos de la planta.

Estas muestras representativas serán tratadas por métodos analíticos en el caso de miel de abeja como materia prima u otras medidas físicas para comprobar si existe algún desperfecto en las materias auxiliares que podrían afectar a la calidad de los lotes.

La toma de muestra será realizada por una persona cualificada en tomas de muestra con un procedimiento aleatorio, dado que los lotes de producto serán homogéneos.

Para el muestreo de la miel de abeja como materia prima, se empleará una cuchara de madera especial para mezclar y extraer miel, con unas características que no afectan a las propiedades de la miel de abeja, con un mango largo para llegar a la mitad del envase y realizar una toma de muestra en por lo menos un 15% de la producción semanal, es decir, 10 bidones de miel de abeja elegidos de forma aleatoria.

Tras esto, se recoge en un bote de vidrio debidamente identificado con tapa para impedir su contaminación y se transporta al laboratorio para su análisis.

Las muestras de agua, mosto y producto terminado previo a embotellar se recogen en botes de PET inertes de 250 mL y con tapa debidamente identificados, en los cuales se homogeniza primeramente el bote llenando el bote por completo por la sonda tomamuestras, deshaciéndonos del contenido y volviendo a llenar el bote. Esto hace que por la sonda tomamuestras pase un volumen suficiente para que se homogenice la muestra.

En las etiquetas de identificación que se pegarán en los botes vendrá la siguiente información:

- Nombre de la persona cualificada que toma la muestra
- Fecha y hora de la toma de muestra
- Contenido

Para la toma de muestra del producto final en el almacén de producto terminado, dentro del mismo lote se tomarán 2 botellas de cada formato para tener volumen de muestra suficiente para realizar el análisis sensorial además de los análisis de expedición del lote.

1.1. Niveles de control de calidad

Para una correcta implantación del sistema de calidad, tenemos que diferenciar diferentes niveles de calidad que deben ser asegurados: el control de la calidad del producto, el aseguramiento de la calidad del producto y la gestión de la calidad.

1.1.1. Primer nivel: control de la calidad del producto

Es necesario implantar un sistema de control de la calidad de las materias primas, durante el proceso de elaboración y una vez obtenido el producto final.

Por esto, se dispone de una batería de análisis, tanto químicos en caso de la miel de abeja y el producto en elaboración y terminado como físicos en caso de las materias auxiliares.

Los análisis quedarán todos debidamente registrados con fecha de realización para realizar un seguimiento.

1.1.2. Segundo nivel: aseguramiento de la calidad del producto

Para asegurar la calidad duradera del producto, se debe realizar la batería de análisis hasta alcanzar los valores deseables para nuestro producto, incluyendo la calidad organoléptica del producto final.

1.1.3. Tercer nivel: gestión de la calidad

Para realizar una adecuada gestión de la calidad, esta se basa en una serie de normativas de UNE-EN ISO 9001, la cual nos asegura la implantación de un sistema de gestión de la calidad. Esto nos permite planear, controlar y mejorar los procesos de la planta para satisfacer a los clientes y lograr los objetivos de la industria gracias a análisis internos.

2. CONTROL DE CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS

El control de la calidad de las materias primas se realiza para saber si la materia prima obtenida se corresponde con las características del producto que indica el proveedor.

Es importante conocer esto dado que la miel de abeja es muy importante en todo el proceso de la planta y por tanto una miel de abeja con unas características diferentes o negativas darán una alteración indeseable al producto final.

Para intentar mantener las características propias de la materia prima, se debe evitar la manipulación excesiva, asegurar que el transporte se realiza debidamente y que existen las adecuadas condiciones de conservación.

2.1. Miel de abeja

La miel de abeja se recibirá en formato de bidones metálicos herméticamente sellados para evitar su contaminación y que capten humedad del ambiente. Pese a todo, la miel es un producto muy resistente a contaminaciones microbianas por su baja actividad de agua.

Los análisis a realizar para la miel son extraídos del RD 1409/2003 por el que se aprueba la norma de calidad de la miel y la orden de 12 de junio de 1986, por la que se aprueban los métodos de análisis para la miel.

2.1.1. Análisis organoléptico

Se realiza un primer análisis visual simple en el cual podemos observar si existe alguna coloración más intensa o más clara que el producto deseable. Esto podría advertir de la presencia de tratamientos térmicos del producto o una miel afectada por algún problema.

Sin embargo, este análisis es muy simple y muy somero, y para evitar errores la miel de abeja debería estar a la misma temperatura y con la misma luz exterior en cada análisis visual, ya que la cristalización parcial de esta o las diferentes radiaciones de luz pueden llevar a error en este examen visual.

El análisis olfativo nos puede indicar la procedencia de la miel, pudiéndose llegar a diferenciar mieles de diferentes orígenes según su olor dado que el polen obtenido por las abejas melíferas será extraído de las distintas flores de su entorno que pueden ser diferentes en una zona u otra.

2.1.2. Determinación del contenido de humedad

Este análisis se realiza para conocer el porcentaje de humedad que tenemos en nuestra muestra de miel de abeja. Un contenido muy elevado en humedad podría significar una mala conservación de la miel o un mal sellado del bidón metálico. La humedad de la miel tiene efecto en los resultados de pH, reduce la viscosidad, la actividad de agua y las características organolépticas.

Normalmente, con el clima indicado en el Anejo Nº1, la miel de abeja debería dar valores menores al 18% de humedad.

El método de determinación del contenido de humedad se basa en el método refractométrico de Chataway (1932) revisado por Wedmore (1955).

Para conseguir una muestra de miel de abeja homogénea y debidamente licuada, se introduce en el baño termostático durante 30 minutos a 50°C, agitando de vez en cuando.

Se empleará un refractómetro de mesa para determinar el índice de refracción de la muestra a una temperatura de 20°C. La lectura obtenida se puede transformar en el porcentaje de humedad gracias a unos valores tabulados en la tabla de Chataway.

Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad	Índice de Refracción a 20 ℃	% de Humedad
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22.0
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4810	22.2
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23.0
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4785	23.2
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24.0
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4760	24.2
1.4966	**16.0**	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	**16.2**	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25.0
1.4946	16.8	1.4840	21.0	-	-
1.4940	17.0	1.4835	21.2	-	-

Tabla 1 Tabla de conversión de índice de refracción a % de humedad de Chataway

2.1.3. Determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua

Esta determinación es importante para conocer el grado de pureza de la miel, lo cual afecta directamente a la calidad de esta.

La determinación de los sólidos insolubles en agua se basa en la diferencia de peso obtenida tras filtrar una cantidad de miel alcalinizada.

Se pesa en la balanza de precisión unos 20 g de miel de abeja y se disuelven en 50 mL de agua destilada. Se homogeniza adecuadamente en el agitador magnético, se introducen los electrodos del pH-metro y se añade NaOH 0,1N hasta que el pH quede entre 8 y 9.

La muestra una vez alcalinizada se filtra con el equipo de filtración a vacío por un poro de 30 micras, manteniendo completamente limpio y seco el embudo Buchner sobre el que se realizará la medición. Una vez filtrado la totalidad de la muestra, se introduce en la estufa de desecación y se deja durante una hora a 135°C. Tras esto, se enfría y se pesa en la balanza de precisión.

El resultado obtenido se expresa como gramos de sólidos insolubles en 100 gramos de miel.

2.1.4. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es un valor que nos permite conocer el origen botánico de la miel de una forma muy precisa, sustituyendo a otros métodos más complejos de realizar.

La determinación de la conductividad eléctrica se basa en la medida de esta sobre una muestra de miel al 20% de materia seca a 20°C.

Se disuelve la miel en agua destilada hervida y se enrasa a 25 mL en un matraz aforado. Se vierte a un vaso de precipitados y se dispone en el baño termostático a 20°C. Una vez adquirida esa temperatura estable, se introduce el electrodo del conductímetro y se realiza la medida.

Se debe calibrar a la misma temperatura con una solución acuosa de cloruro de potasio, sin que la conductividad diste más de 500 mS/cm de la esperada para la muestra de miel.

2.1.5. Determinación del contenido de hidroximetilfurfural (HMF)

El hidromimetilfurfural (HMF) no es un componente presente de forma natural en la miel de abeja, sino que es producto formado por la deshidratación de la fructosa en medio ácido acelerado en gran medida por calentamientos o almacenamientos a elevadas temperaturas.

Por tanto, este valor es un dato importante al dar información de si la miel ha sido tratada con tratamientos térmicos, ha sido almacenada en lugares inadecuados o el grado de envejecimiento propio de la miel. Además, se ha visto que influyen diferentes parámetros en su formación además de la temperatura, siendo la humedad, la acidez, la cantidad inicial o el mismo paso del tiempo parámetros que pueden aumentar la cantidad de HMF encontrado en el producto.

Con todo esto, no se admiten mieles de abeja de más de 40 mg/kg de HMF, ya que comienzan a dar problemas en las características de la miel.

Para realizar la determinación, se pesan 5 gramos de miel en un vaso de precipitados y se disuelven con 25 mL de agua destilada con el agitador magnético. Cuando la mezcla esta homogénea, se añade 0,5 mL de la solución de Carrez I y 0,5 mL de la solución de Carrez II. Tras esto, se añade a un matraz aforado y se enrasa a 50 mL con agua destilada.

Se mezcla y se filtra con el equipo de filtrado a vacío. Una vez tengamos una muestra filtrada, se añaden 3 mL de muestra en 2 tubos de ensayo a los cuales uno se le añade 3 mL de agua destilada y al otro se le añaden 3 mL de bisulfito de sodio que hará de referencia.

Se introduce en el espectrofotómetro y se determina la absorbancia de la muestra y de la referencia a 284 nm y a 336 nm en cubetas de cuarzo aptas para la región UV. El cero del equipo se realizará con agua destilada.

Los resultados se presentarán como miligramos de HMF por cada kilogramo de miel y se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$mg\frac{HMF}{Kg}miel = (\Delta_{284-336}\, Muestra - Referencia)\ x\ 149{,}7$$

2.1.6. Determinación de la acidez

La acidez de la miel es debida a la presencia de ácidos orgánicos, los cuales influyen directamente en las propiedades fisicoquímicas y en la calidad organoléptica de la miel de abeja, ya que se producen alteraciones indeseables debido al aumento de la cantidad de ácidos (ácido fórmico, oxálico, acético, láctico…) y que puede ser indicativo de reacciones de fermentación de la miel, normalmente relacionado con el aumento de la humedad debido a un prolongado e inadecuado almacenamiento.

Además, puede indicarnos si la miel se ha mezclado con diferentes melazas, dando en este caso valores superiores a los deseables.

La acidez libre o volátil aumentará sustancialmente durante la fermentación al transformarse los azúcares y alcoholes en ácidos.

Para la determinación de la acidez, se pesan 10 gramos de miel en la balanza de precisión y se disuelven en 75 mL de agua destilada con ayuda del agitador magnético. Una vez homogénea, se valora la muestra con NaOH 0,1N y unas gotas de fenoftaleína. Una vez se consiga un viraje rosáceo persistente se anota el valor del volumen consumido de NaOH 0,1N.

El resultado vendrá indicado como miliequivalentes de ácido por cada kilogramo de miel, siendo calculado multiplicando por 10 el valor en mililitros empleados de NaOH 0,1N.

2.2. Agua de consumo

A aspectos de normativa europea, en el RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano, se define en el apartado b el agua de consumo humano como “Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos”.

Según este mismo Real Decreto, como describe en el Articulo 5, el agua de consumo humano deberá ser salubre y limpia, que no contenga ningún microorganismo, parásito o sustancia, en una concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana.

Los análisis del agua de red disponible para la industria se encuentran desarrollados en la Tabla 1 del Anejo Nº2.

Esta agua de consumo deberá respetar los parámetros microbiológicos mostrados en la normativa como es la ausencia absoluta de microorganismos como *Escherichia coli, Enterococo o Clostridium perfringens* y sus esporas.

En cuanto a los parámetros físico-químicos que se deben respetar, los que más nos interesan en nuestra planta serán:

- Temperatura: el límite legal se establece en 25°C. La temperatura del agua de consumo influye notablemente en la velocidad del agua, la actividad química y enzimática de los compuestos incluidos en ella, la extracción de compuestos de su recipiente o el nivel de captación de oxígeno ambiental. La media de la temperatura del agua de red de Logroño es de 10,5 °C.

- Conductividad eléctrica: la conductividad eléctrica se establece como máximo legal en 2.500 µS/cm a 20°C, siendo este la medida para determinar la reactividad de los electrolitos presentes en el agua. La conductividad eléctrica se relaciona íntimamente con la salinidad y esta a su vez con el sabor del agua de consumo. En el caso del agua de red consumida en la planta, esta presenta una conductividad eléctrica de 385 µS/cm, lo que al incluirse entre 250 y 1.000 µS/cm se considera a todos los aspectos como un agua poco salobre, por lo que no es necesario ningún tratamiento especial en este aspecto.

- pH: Según la OMS, el pH es considerado uno de los contaminantes secundarios que se puede presentar en el agua. Influirá en gran medida en las reacciones químicas y biológicas que se producirán durante los procesos de elaboración, así como el grado de vulnerabilidad a contaminaciones microbiológicas e influencia en las características organolépticas finales. El rango recomendado para el agua potable es de 6,5 a 8,5. Oscilando el pH óptimo entre 6,5 y 7,5, acercándose a la neutralidad. En este caso, el pH del agua de red es próximo a 7,88.

- Calcio: no existe un límite legal para agua de consumo, siendo uno de los principales elementos implicados en la dureza del agua. En el presente caso, es necesaria la eliminación de estos iones por ser causante de la formación de sulfatos de calcio y carbonatos de calcio que producen daños materiales en los equipos por la formación de cal.

- Cobre: el límite legal se establece en 2,0 mg/L. En décadas pasadas, era posible que existiese un exceso de cobre en el agua de consumo dado que el sistema de tuberías e incluso elementos propios de la bodega que estaban en contacto con el agua o el producto de elaboración estaban fabricados con materiales de cobre o que contenían cobre en su composición. Actualmente ese problema se ha solucionado empleando tuberías de otros materiales, sobretodo PVC y materiales de bodega higiénicos e inertes destacando entre ellos el acero inoxidable AISI 304.

- Mercurio: el límite legal se establece en 1,0 µg/L. Este elemento, pese a su elevada toxicidad, en muy raras ocasiones puede dar problemas en el agua de consumo o en el producto final por su presencia, pero en el caso de emplear termómetros de mercurio, podría darse el caso de su rotura y su vertido accidental sobre el producto o agua de consumo. Este problema se ha paliado gracias al empleo de nuevos termómetros digitales

- Plaguicidas: el límite legal se establece en 0,5 µg/L para los plaguicidas totales y un límite legal para un plaguicida individual de 0,1 µg/L. Estos compuestos pueden ser un problema real a la hora del empleo de agua de consumo, ya que, por tema de labores de campo, los pesticidas, plaguicidas o herbicidas pueden llegar a las aguas de las acequias que llegarán a la planta. Para ello, se ha instalado un tratamiento de esta agua con ósmosis inversa antes de los procesos de la planta, reteniendo todos los elementos extraños en el agua.

- Cloro: el límite legal se establece en 100 mg/L para cloro libre y 250 mg/L para cloro combinado residual. Es un elemento que no solo puede ser perjudicial para las personas en altas concentraciones, sino que además dificulta la fermentación alcohólica afectando sensiblemente a las levaduras, provoca problemas de corrosión de las tuberías a pH ácido y le otorga sabores y olores extraños al producto con un bajo umbral sensorial. Este elemento no da problemas en nuestra planta ya que el agua procede de la red pública y dispone los niveles de cloro controlados (26 mg/L). En la planta, no existen productos de limpieza que contengan cloro en su composición para evitar la contaminación del agua en cualquier fase del proceso productivo.

2.3. Levaduras secas activas (LSA)

Es la materia prima que permitirá la fermentación alcohólica del mosto mezcla, siendo uno de los principales puntos de control crítico dado su importancia en la elaboración.

Las levaduras se encuentran deshidratadas para impedir su deterioro y contaminación, además de encontrarse en paquetes plásticos al vacío para aumentar al máximo su vida útil.

Debido a su formato de recepción, no es necesario realizar ningún control en planta, ya que la cepa de levadura está perfectamente acondicionada para generar una población adecuada.

2.4. Bentonita

La bentonita empleada en los procesos de clarificación se recibe en planta con un formato de bolsa de 20 kg, preparada para uso enológico según el Reglamento (CE) n°606/2009.

La bentonita sódica, contiene menos de un 15% de humedad, siendo capaz de captar la humedad del ambiente fácilmente, por lo que es recomendable que sea almacenada en un lugar seco.

No es necesario análisis físico-químicos adicionales dado que el fabricante facilita los datos del producto.

3. CONTROL DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN

El primer proceso en la elaboración es realizar la mezcla de la miel de abeja y el agua a una determinada temperatura para conseguir un mosto homogéneo. Los controles que se realizarán en este punto serán:

- Densidad del mosto: se tomará una medida de densidad de la mezcla de la miel de abejas y el agua para tener una referencia de la densidad inicial

- Temperatura del mosto: se realizará la medida de la temperatura del mosto para comprobar que la temperatura de mezcla es la correcta y no existe ningún problema en el depósito.

- pH: se comprueba el pH del mosto para tener una referencia del pH inicial y tener el control sobre si el pH es adecuado.

Durante la fermentación alcohólica, únicamente se controlarán la densidad y la temperatura del mosto-hidromiel a lo largo de la fermentación. Esto nos permitirá realizar un seguimiento de la cinética fermentativa de cada depósito y por tanto conocer cuando el lote ha terminado la fermentación alcohólica, conocer la etapa fermentativa y aplicar los nutrientes nitrogenados necesarios y prevenir paradas fermentativas. En las últimas etapas fermentativas, se toma una muestra sobre la que se determinarán los azúcares reductores que quedan en la hidromiel para conocer la vulnerabilidad que tiene el producto a contaminaciones microbianas.

Durante la fermentación hay que asegurarse que son las levaduras inoculadas las que se encuentran realizando la fermentación y no las levaduras que provengan del ambiente que darán olores y sabores extraños. Para ello, las levaduras disponen de su factor *killer* que les permitirá anteponerse a las demás levaduras en la fermentación y eliminarlas.

En la etapa de maduración/clarificación, una vez pasados los días de clarificación se extraerá una muestra para determinar la turbidez del depósito. Se considerará que esta clarificado cuando los NTU sean menores de 2.
Durante el embotellado, se tomará una muestra desde el depósito nodriza una vez se encuentre el lote completo. Se comprobará el pH final y se realizará un análisis sensorial para comprobar si pudiese existir algún defecto organoléptico y poderlo combatir a tiempo.

3.1. Determinación de la acidez volátil durante el proceso de elaboración

Para realizar esta determinación de la acidez volátil, se emplea el destilador automático García-Tena (Anejo Nº3 apartado 2.3.3.), mediante el cual nos dará un valor de acidez volátil en g/L que nos permite obtener información sobre el proceso y conocer si el producto está siendo afectado en gran medida por bacterias aeróbicas que liberan estos ácidos volátiles que darán características negativas al producto final.

Para la realización del método, se añade 11 mL de muestra de mosto-hidromiel recogidos del depósito en el matraz de balón que incluye el equipo, a los cuales se le añaden 2 gránulos de piedras pómez siliconada para evitar la evaporación excesiva de la muestra y se coloca en la parte superior del equipo conectada herméticamente con una pinza.

Tras esto, se pulsa el botón de encendido del equipo, el cual comienza a realizar la determinación tras colocar las probetas en sus lugares correspondientes.

La muestra llegará a ebullición y se realizará automáticamente una destilación en donde obtendremos en una probeta el destilado, tras lo cual se vierte a un vaso de precipitados y se lava la probeta adecuadamente con agua destilada.

El contenido del vaso de precipitados se valora con NaOH 0,1N tras adición de unas gotas de fenoftaleína como indicador hasta viraje rosa. Siendo N el volumen gastado de NaOH 0,1N en la valoración se obtiene el valor de los g/L de ácido acético como:

g/L Ác. Acético = N x 0,366

4. CONTROL DURANTE EL PRODUCTO TERMINADO

El control del producto terminado se realizará siguiendo la Ley 28/2015, de 30 de julio, para la defensa de la calidad alimentaria.

Se realizará un control oficial por la autoridad competente y un control interno de los operarios presentes que tengan la embotelladora como puesto de trabajo.

En el caso del control oficial por la autoridad competente tendrá acceso a cualquier documento necesario para comprobar si realmente se realizan las labores que permitan la calidad del producto.

En el caso del control interno, se deberá disponer de los procesos que se lleven a cabo en la empresa, el procedimiento de muestreo llevado a cabo y disponer de un sistema de trazabilidad ya que la imposibilidad de localizar el origen de las materias primas y auxiliares puede poner el peligro el funcionamiento del mercado interior.

Los operarios deben conocer todo el sistema de control y la trazabilidad y mantener los documentos que la demuestren por lo menos en los 6 meses siguientes a la fecha de caducidad del producto.

La toma de muestra de las botellas de producto terminado se realiza de forma aleatoria, tomando 2 botellas de cada formato.

4.1. Análisis organoléptico

Se realiza un análisis sensorial de la muestra de la hidromiel una vez embotellada para conocer el producto y ver su capacidad de mejora.
Se realiza primeramente un análisis visual para ver si el color es el deseable o si han aparecido alguna turbidez producida por alguna contaminación bacteriana o alguna sustancia mucilaginosa, ya que al no realizar filtración previa al embotellado pude pasar a la botella alguna sustancia que enturbie el producto.

En aroma, se deben buscar olores a manzana verde o a huevos podridos que indicarán acetaldehído producido por la oxidación o sulfhídrico y mercaptanos producido por la reducción. Esto nos ayudará a corregir algún proceso de elaboración para ajustar el oxígeno a las cantidades adecuadas.

En cuanto al sabor, se busca que el producto no se encuentren picos de acidez ni demasiado plano, que no tenga una fuerte sensación alcohólica y que no se noten defectos y tenga buen sabor en general.

4.2. Análisis físico-químico

Los análisis físico-químicos que se realizarán para el control del producto terminado serán el grado alcohólico final, el cual no es necesario el cálculo del alcohol volumétrico final ya que con la densimetría que se ha ido realizando en el control de la fermentación tenemos datos suficientes para su cálculo y el pH, que se realiza un control del pH para comprobar que no hubiese variaciones en botella debido a reacciones químicas.

4.3. Análisis microbiológico

Pese a que se realiza una filtración semi-estéril previa al embotellado, podemos tener en las botellas de producto terminado una población de bacterias que, aunque se encuentre una población reducida, pueden metabolizar los azucares no fermentables por la levadura como las pentosas para realizar procesos de fermentación que enturbiarían el producto y darían sabores y olores extraños.

Debido a esto, una de las botellas del lote muestreada de forma aleatoria se destinará a un análisis microbiológico externo que nos confirmará la ausencia de estas bacterias, siendo en caso positivo la eliminación completa del lote, dado que es posible que exista problemas con el filtro de placas y sería necesario plantear un cambio en la presión de trabajo o en el tipo de placa filtrante.

Anejo Nº5
Análisis de peligros y puntos de control críticos

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

Según la Asociación Española de Calidad (AEC), el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) se define como el sistema preventivo de gestión de la inocuidad alimentaria de aplicación a toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria a la distribución minorista.

Este sistema permite identificar peligros específicos y medidas para su control para conseguir esta inocuidad alimentaria, siendo un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en vez de simplemente realizar análisis sobre el producto final.

La implantación de los sistemas APPCC es obligatoria para las empresas del sector alimentario, aportando a la planta una inspección preventiva del producto terminado, permite coordinar los diferentes procesos de elaboración y al ser sistemático, también es verificable por auditorías externas como ISO 22000, BRC, IFS… que toman como base este APPCC para la inocuidad alimentaria.

Además, el APPCC permite avanzar y perfeccionar en el diseño de los equipos y en todos los procesos de elaboración.

2. PREREQUISITOS DEL SISTEMA APPCC

Se implantan esos prerrequisitos sobre una planta de procesado de bebidas alcohólicas como es el caso de la hidromiel.

2.1. Plan de mantenimiento de instalaciones y equipos

El objetivo del plan de mantenimiento de instalaciones y equipos, se basa en la preparación pertinente para obtener unas condiciones de trabajo en las cuales el producto no sea alterado de ninguna forma incontrolada y mantenga su inocuidad y características deseadas para su consumo.

Para ello, se debe tener unos protocolos sistemáticos de limpieza y desinfección periódica para evitar la aparición de organismos indeseables como mohos o insectos.

Todos los equipos llevarán un riguroso mantenimiento y revisiones periódicas que eviten las averías, vertidos o contaminaciones del producto.

En lo referente al diseño de la planta, las salas tendrán una separación que defina claramente su límite para evitar contaminaciones cruzadas. Las salas de producción se encuentran separadas convenientemente de las salas de gestión y sociales.

Los equipos de laboratorio empleados rutinariamente para el control de las características en las diferentes fases de elaboración, embotellado y producto final, se calibrarán adecuadamente a través de un organismo certificado además de realizar anualmente una calibración interna con varios laboratorios certificados, dejando registro de los resultados que permitan comprobar y detectar desviaciones futuras.

Cualquier superficie en contacto con el producto dispondrá de características aptas para productos alimenticios, ser inocuos e inertes y serán higienizados adecuadamente.

Los suelos, paredes y techos, por tanto, deben encontrarse en buen estado, sin que aparezcan grietas o aperturas que permitan la filtración o instalación de organismos indeseables, disponer de una superficie lisa para facilitar la limpieza y desinfección, ser impermeables y ser no adsorbentes ni tóxicos. En los suelos, se deben disponer de desagües repartidos sobre las salas en las que se emplee agua de lavado, los cuales deberán tener una inclinación de eliminación de agua tal que evite la formación de charcos, mientras que en los techos se buscará evitar especialmente la formación de mohos y/o telarañas y el desprendimiento de partículas.

En lo referente a las ventanas exteriores, presentes en las salas no destinadas a la producción, se deberá evitar la acumulación de suciedad y en mayor medida la entrada de insectos a la planta mediante mosquiteras.

Las puertas, al igual que ocurre con las paredes, serán de unas características que permitan una limpieza y desinfección efectivas, con una superficie lisa y no absorbente.

2.2. Plan de limpieza y desinfección

Este plan tendrá como objetivo asegurar el correcto estado sanitario de las instalaciones y equipos de la industria para evitar contaminaciones o que no supongan un peligro potencial en la elaboración del producto.

Los productos de limpieza y desinfección se emplean en unas dosis adecuadas que permitan la adecuada efectividad de estos, pero evitando que queden restos que puedan influir negativamente en la elaboración.

La frecuencia de limpieza y desinfección de las instalaciones completas será una vez a la semana, mientras que la limpieza de equipos se realizará de una forma diaria como mínimo.

Se realizan verificaciones periódicas con la frecuencia necesaria para asegurar que no existe ningún problema y la eficacia del plan.

Se disponen a su vez de medidas correctoras en caso de que las verificaciones muestren desviaciones en el plan. Las medidas se dividen en las visuales sobre instalaciones y equipos las cuales tienen un importante componente subjetivo. Otra medida será la toma de muestras para el análisis de estas que nos aseguren la eficacia del plan siendo esta una medida objetiva de la calidad de la limpieza y desinfección de los equipos e instalaciones.

Todos los resultados de las verificaciones periódicas y medidas correctoras quedarán registrados debidamente.

2.3. Plan de control de plagas

El plan de control de plagas debe aplicarse de una forma rigurosa y continua para asegurar la erradicación de cualquier plaga que pueda estar presente en la industria.

El plan puede ser realizado tanto por un trabajador interno de la industria como por una empresa externa especializada. En ambos casos, los venenos o plaguicidas empleados deben de estar normalizados y aprobados, los cuales se guardará en un registro de todas las materias activas empleadas. Los productos estarán autorizados y tienen que cumplir la legislación vigente en cada caso y ser almacenadas de forma independiente a las materias primas ni con ningún elemento de la elaboración.

Los productos únicamente se emplearán en caso de plaga y tomando todas las medidas preventivas necesarias para mantenerlos lejos de cualquier proceso de elaboración.

El plan incluye las medidas preventivas para evitar la presencia de insectos y roedores, siendo estas las plagas más comunes en industrias agroalimentarias.
El uso de tratamientos físicos, químicos y biológicos tienen que asegurar la erradicación de estas plagas sin que tengan interacción con el producto.

Se dispone a su vez de un programa de vigilancia para tener registro de la adecuada implantación de las medidas de preventivas. Además, este sistema de vigilancia permite conocer la aparición de nuevas plagas y recoger los tipos de plaga que se deben controlar, los métodos que se emplean para ello, en que localización de la planta, con qué materias primas, la frecuencia con la que se realizan las medidas de control y que tipo de medidas correctoras se realizan.

2.4. Plan de control de agua

Dado que nuestro producto se trata de una bebida, dispone de un porcentaje muy elevado de agua en su elaboración. Además, también se emplea agua en los procesos de lavado y desinfección y en la refrigeración de los depósitos en fermentación.

Es por esto, que es importante desarrollar un plan que asegure que el agua se encuentra con las adecuadas características higiénicas y organolépticas, además de cumplir los criterios de buena calidad incluidos en el Real Decreto 140/2003 para consumo humano.

El plan de control de agua posee un programa de instalaciones y mantenimiento en los cuales se registran las instalaciones y métodos de captación de agua y el mantenimiento de las instalaciones y equipos. Además, el plan incluye un programa de comprobación de la calidad de agua de consumo humano, el cual tiene como objetivo identificar el gestor de la red de abastecimiento pública y la descripción del tratamiento de desinfección empleado.

Para ambos programas se debe llevar un estricto registro que muestre la frecuencia de los muestreos, resultados de las analíticas y las medidas correctivas realizadas.

2.5. Plan de higiene y formación de manipuladores.

Cualquier persona que se encuentre trabajando en la industria debe estar formada en sobre la actividad a realizar en su puesto de trabajo.

Hay que destacar la importancia del hecho de la instrucción del personal en la concienciación de manipulación de alimentos para evitar la contaminación del producto.

El aprendizaje de las diferentes tareas de la industria, se da de una forma continua, en las cuales se incluyen todas las tareas relacionadas con la elaboración, funcionamiento de equipos técnicos específicos, procedimientos de trabajo, cualquier protocolo de seguridad y salud e higiene personal y sanitaria.

El plan busca cumplir la normativa vigente sobre la manipulación de productos alimentarios descrita en el Reglamento Comunitario nº 852/2004.

Entre la higiene personal de los manipuladores de alimentos se incluye la vestimenta de trabajo limpia, cubrir adecuadamente las heridas que pueden estar en contacto con el producto en la sala de elaboración, no escupir, fumar, beber ni comer y lavarse las manos antes de la jornada laboral.

2.6. Plan de control de proveedores

El objetivo del plan de control de proveedores será garantizar el origen y calidad de la materia prima, en especial la miel de abeja, y de las materias auxiliares.

El plan busca registrar y controlar los proveedores para comprobar si se cumple con la homologación de dichas materias y si cumplen los requisitos mínimos que establece la legislación respetando, por tanto, los estándares de calidad.

Se busca, además, verificar empleando los medios disponibles de que las materias primas y auxiliares cumplan las condiciones que indica el proveedor. Para registrar el cumplimiento de estas condiciones se rellena una hoja de especificaciones donde se indican los requisitos que describe el Real Decreto 678/2016.

En la recepción de dichas materias primas y auxiliares se revisará de una forma analítica en los casos que proceda o con un examen visual. Por tanto, se establece un punto de control crítico en la recepción de materias primas y auxiliares.

2.7. Plan de control de trazabilidad

El objetivo del plan de control de trazabilidad se aplicara durante todo el proceso de elaboración y distribución.

La aplicación de este plan busca mantener un sistema organizado de referencias e identificaciones de las diferentes materias primas, auxiliares y productos terminados para dejar un registro que permita un seguimiento en el tiempo. Esto facilita la organización de lotes y la rápida localización de productos, lotes o conjunto de lotes que pueden encontrar defectos o cualquier riesgo para el consumidor asumiendo las medidas correctoras pertinentes, entre las que se incluyen el aviso a las autoridades para la difusión de los lotes afectados y localizar y retirar del mercado cualquier producto en mal estado o que pueda ser un riesgo para el consumidor.

Toda la trazabilidad de las materias primas, auxiliares y productos terminado, además de cualquier incidente que pueda ocurrir, se documenta y registra indicando la fecha, número de lote y/o problema.

2.8. Plan de control de residuos

El plan de control de residuos tiene como objetivo gestionar estos residuos generados en la industria (como son las lías de fermentación y maduración) para su eliminación.

Para ello, se emplea un depósito de lías cerrado que se mantiene en el exterior de la planta el cual se puede desplazar al interior para verter las lías resultantes de los procesos de elaboración.

Un gestor externo se encarga de su retirada, tras la cual el depósito se limpia para volver a ser reutilizado.

2.9. Plan de transporte

El plan de transporte busca gestionar lo relacionado con el transporte de materias primas y materias auxiliares desde los proveedores y el transporte de producto terminado hasta los consumidores.

Se busca conseguir las características de transporte óptimas tanto para las materias primas y auxiliares como las del producto final, evitando las contaminaciones, humedad y olores indeseables durante este transporte.

Se basará en el Real Decreto 237/2000 por el cual vienen recogidas las condiciones de higiene y mantenimiento del vehículo de transporte. En el caso del transporte de los bidones metálicos de miel de abeja, el vehículo no debe de tener una humedad relativa alta que pueda afectar al producto, siendo necesario la inspección una vez realizada la descarga.

3. PRINCIPIOS DEL APPCC

Los principios del APPCC, según la FAO y la OMS citando al *Codex Alimentarius,* que se deben seguir para su correcta implantación son:

- Principio 1: Realizar un análisis de peligros
- Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC).
- Principio 3: Establecer límites críticos
- Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia
- Principio 5: Establecer medidas correctoras
- Principio 6: Establecer procedimientos de verificación
- Principio 7: Establecer un sistema de documentación sobre los procedimientos y registros asociados al APPCC

3.1. Pasos necesarios para la implantación del sistema APPCC

Aun teniendo presente los principios del APPCC, se establecen unos prerrequisitos del sistema necesarios para poder cumplir estos principios.

3.1.1. Crear un equipo de trabajo de APPCC

Este paso se refiere a la formación de un equipo o persona encargada de diseñar e implantar el sistema APPCC. Además, será encargado de supervisar y desarrollar las acciones necesarias para su cumplimiento.

La empresa alimentaria deberá asegurar que se disponga de conocimientos y competencia específicos para el producto elaborado que permitan formular un plan de APPCC eficaz. Para lograrlo, lo ideal es crear un equipo multidisciplinario. Cuando no se disponga de servicios de este tipo in situ, deberá recabarse asesoramiento técnico de otras fuentes e identificarse el ámbito de aplicación del plan del Sistema de HACCP. Dicho ámbito de aplicación determinará qué segmento de la cadena alimentaria está involucrado y qué categorías generales de peligros han de abordarse

Al no disponer de un equipo multidisciplinario dado a su reducido tamaño, el gerente recibirá asesoramiento técnico y se identificará como responsable de la aplicación del sistema, encontrándose involucrado en toda la elaboración por tener un mayor control sobre las acciones a desarrollar.

3.1.2. Descripción de las actividades y de los productos

Una vez asignada la persona responsable de la implantación del sistema, esta persona se encargará de describir las tareas que se llevan a cabo en los procesos de producción y elaboración de los alimentos.

Deberá formularse una descripción completa del producto que incluya información pertinente sobre su inocuidad, como la composición, estructura físico-química, tratamientos, envasado, durabilidad, condiciones de almacenamiento y sistema de distribución.

3.1.3. Determinación del uso al que ha de destinarse

Se definirá adecuadamente el sector de la población al que se destinará el producto y si se trata de grupos vulnerables de esta.

3.1.4. Elaboración y comprobación de un diagrama de flujo

Los productos se reflejarán en un diagrama de flujo en donde se pueda apreciar de manera visual los procesos de elaboración, Estos diagramas disponen de fichas que completen con toda la información necesaria, dibujando tantos diagramas comprobados y revisados como fuese necesario.

El diagrama de flujo deberá ser elaborado por la persona responsable de la implantación y deberá cubrir todas las fases de la operación. Esto se realiza dado que, si se aplica el sistema APPCC a una operación del proceso, se deberá de tener en cuenta la operación anterior y siguiente para comprobar su repercusión en la cadena.

3.1.5. Realizar un análisis de peligros

Es uno de los puntos más importantes de la implantación según el *Codex Alimentarius*. En este paso se recogerá toda la información y se valora e identifica la probabilidad de riesgo y las razones que pueden originarlo.

La persona encargada de la implantación del sistema deberá llevar a cabo un análisis de peligros para identificar cuáles son los peligros cuya eliminación o reducción a niveles aceptables resulta indispensable, por su naturaleza, para producir un alimento inocuo.

A la hora de efectuar el análisis de los peligros de los procesos, incluyendo desde la elaboración hasta la distribución, deben de revisarse los siguientes elementos:

- La probabilidad de que surjan peligros y la gravedad de sus efectos perjudiciales
- La evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros
- La supervivencia o proliferación de los microorganismos involucrados
- La producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en el producto
- Las condiciones que pueden originar lo anterior.

3.1.6. Determinar los Puntos de Control Crítico (PCC)

Para cada etapa del proceso considerada en el punto anterior como peligrosa, se localiza e identifica el punto de control crítico (PCC), es decir, el momento necesario de actuación para prevenir o eliminar el riesgo, pudiendo emplear para ello un árbol de decisiones por su simplicidad y eficacia. El árbol de decisiones deberá aplicarse de manera flexible, considerando a que parte del proceso se refiere la operación y emplearlo como orientación para determinar los Puntos de Control Críticos. Si no es posible aplicar un árbol de decisiones, se realizarán otras medidas para localizar los Puntos de Control Críticos.

Es posible que exista más de un Punto de Control Crítico para aplicar las medidas de control dentro del mismo riesgo.

Si una vez identificado el peligro, no pudiese aplicarse una medida de control para asegurar la inocuidad del producto, se deberá modificar esa fase, anteriores o posteriores para poder implantar la medida de control.

3.1.7. Establecer los límites críticos para cada PCC

Se especifican, describen y validan los criterios que determinan cuando el alimento estudiado no cumple con las garantías de calidad y seguridad alimentarias.

Se establecen para cada punto crítico de control y, en determinados casos, para una determinada fase. Entre los criterios en la planta aplicados figuran las medidas de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, cloro disponible, así como parámetros sensoriales.

3.1.8. Crear un sistema de vigilancia para controlar los puntos críticos

Para poder evitar los límites críticos establecidos, cada uno de los PCC debe de disponer de un sistema de vigilancia. Se recomienda describir estos procesos de vigilancia para asegurar que se conozcan y que se aplican adecuadamente.

Permitirá detectar una pérdida de control en el PCC. Se buscará que la información se obtenga a tiempo para evitar que se infrinjan los límites críticos descritos. Para ello, se deben corregir los procesos cuando el sistema de vigilancia detecte un indicio de una pérdida de control del PCC y poder actuar antes de que se produzca una desviación que afecte a los límites críticos.

Los datos recogidos serán evaluados y gestionados por la persona responsable del proceso, siendo registrado y documentado por la persona encargada de la implantación del sistema APPCC. La vigilancia será llevada de forma sistemática y continua para poder garantizar que el PCC esté controlado. Es preferible realizar ensayos físico-químicos que microbiológicos por su rapidez.

3.1.9. Determinación de las medidas correctoras

Se establecerán las medidas correctoras sobre el PCC en caso de detectar errores o desviaciones. Estas medidas deben ofrecer una respuesta adecuada para garantizar la inocuidad deseada. Las medidas correctoras deberán describir cómo se va a proceder en cada supuesto y determinar quién será la persona responsable de su aplicación.

Las medidas adoptadas deberán incluir también un sistema adecuado de eliminación del producto afectado. Los procedimientos relativos a las desviaciones y la eliminación de los productos deberán documentarse en los registros de APPCC por la persona responsable de la implantación del sistema.

3.1.10. Establecer los procedimientos de comprobación

Para saber si está funcionando el sistema APPCC de una manera eficaz , según describe el *Codex*, se debe comprobar con diversos métodos y procedimientos.

Se emplearán métodos, procedimientos y ensayos de comprobación y verificación, incluidos el muestreo aleatorio y el análisis con una frecuencia suficiente.

Se puede implantar un examen del sistema de HACCP y de sus registros y la confirmación de que los PCC se mantienen bajo control.

3.1.11. Asignar un sistema de documentación

Este es el último punto para implantar el sistema APPCC y garantizar la inocuidad del producto. Consiste en documentar y registrar toda la información anterior que servirá para la mejora constante del proceso y como forma de evaluación y auditoría si fuese necesario.

En la documentación y registro deberá incluirse como mínimo:

- El análisis de peligros
- La determinación de los PCC
- La determinación de los límites críticos
- Las actividades de vigilancia de los PCC
- Las desviaciones y las medidas correctivas correspondientes
- Las modificaciones introducidas en el sistema de APPCC

4. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN LA PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL

Los pasos para la adopción del sistema APPCC referidos a crear un equipo de trabajo de APPCC, descripción de las actividades y de los productos, determinación del uso al que ha de destinarse y la elaboración y comprobación de un diagrama de flujo se han realizado previamente en los distintos anejos del proyecto.

Este capítulo tratará de la aplicación de los principios de lo desarrollado anteriormente a nuestra planta piloto.

4.1. Análisis de peligros en la elaboración del producto

En este apartado se efectuará el análisis de los peligros de los procesos, desde la elaboración hasta el almacenamiento y distribución del producto final revisando la probabilidad de que surjan peligros y su gravedad, la evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros, la supervivencia o proliferación de los microorganismos involucrados, la producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en el producto y todas las condiciones que puedan originar lo anterior.

4.1.1. Recepción y almacenamiento de las materias primas y auxiliares

La recepción y el almacenamiento de las materias primas es aquel proceso en el que existen los riesgos de un deterioro de estas materias y por tanto, pueden desencadenar una serie de factores de inocuidad alimentaria del producto.

- Mal sellado del bidón metálico: pese a que el distribuidor asegure un cierre hermético del bidón metálico donde se recepciona la miel de abeja, los bidones metálicos son reutilizados por la planta para el transporte de la miel, por lo que su uso continuado puede dañar el cierre hermético y presentar problemas de absorción de la humedad ambiental de la miel de abeja dado a su higroscopicidad. Aunque la miel de abeja sea una materia prima microbiológicamente estable en sí misma por su elevada concentración de azúcares, un aumento en la cantidad de agua podría desencadenar unas fermentaciones indeseables provocadas por microorganismos del ambiente capaces de fermentar en dicho sustrato con su consiguiente pérdida de características organolépticas y presencia de poblaciones microbianas indeseables si no se actúa a tiempo. Este efecto se verá incrementado sin una supervisión previa del sellado previo a almacenamiento en el almacén de materias primas. La medida preventiva de control será la revisión del sellado de cada envase de forma visual.

- Presencia de metales y otros compuestos indeseables: pueden provenir de aditivos como la bentonita se encuentra en mal estado, los cuales pueden llegar a ceder metales que den inestabilidad en el producto o incluso metales pesados que pueden ser nocivos para la salud humana. La medida preventiva de control será la revisión visual del correcto cierre del envase y disponerlo en un lugar adecuado para evitar su deterioro.

- Presencia de microorganismos indeseables: si los aditivos o materias auxiliares se encuentran contaminados por microorganismos estos pueden interactuar en el proceso productivo y generar alternaciones organolépticas en el producto final, estableciendo el *Codex* unos contenidos máximos en estos productos. La medida preventiva de control será el envío de muestra a laboratorio externo para determinación de las poblaciones presentes en nuestro producto.

4.1.2. Tratamiento del agua de consumo

- Presencia de compuestos químicos indeseables: como se desarrolla en el Anejo Nº 4 apartado 2.2. puede existir riesgos en la presencia de unas malas condiciones organolépticas del agua producidas principalmente por químicos disueltos en concentraciones superiores a lo permitido. Esta presencia podría deberse a causa de vertidos indeseables a las acequias cercanas al polígono o un deterioro o mal mantenimiento del sistema de depuración del agua propio del polígono. Esto puede traer como consecuencia en los casos más leves, una serie de problemas de elaboración como averías de los equipos a causa de la cal, un mal desarrollo de la fermentación alcohólica a causa del cloro y pesticidas específicos y en cualquier caso la retirada de uno o más lotes de productos debido a contaminaciones químicas o microbiológicas. La medida preventiva de control será disponer de un tratamiento del agua con un filtro de carbón activo a la entrada de la instalación.

- Contaminaciones microbiológicas: se debe a la presencia de microorganismos potencialmente dañinos para la salud humana como son *Escherichia coli*, *Enterococo o Clostridium perfringens* y sus esporas. Una contaminación con estos microorganismos hará que aparezcan poblaciones de estos en el producto final y producir problemas en la salud humana. La medida preventiva de control será disponer de un tratamiento del agua con un filtro de carbón activo a la entrada de la instalación.

4.1.3. Calentamiento y mezcla del mosto

- Contaminación con microorganismos externos: En este proceso podemos encontrar riesgos microbiológicos dado que el mosto se encuentra muy vulnerable a ataques microbiológicos externos por la temperatura de trabajo y un sustrato rico en azucares fermentables. Esto provocaría un aumento de la acidez volátil y su consiguiente pérdida de calidad sensorial, problemas en la fermentación alcohólica

seguidamente posterior por problemas de competencia con las levaduras inoculadas o, en casos extremos, una contaminación con microorganismos altamente peligrosos para la salud humana. La medida preventiva de control será el envío de muestra a laboratorio externo para determinación de las poblaciones presentes en nuestro producto

- Contaminación por productos de limpieza y desinfección: otro riesgo de peligro que puede existir es que no se haya realizado una adecuada limpieza del depósito y puedan quedar restos de detergente alcalino u ácido sin enjuagar. En el caso de la presencia de estos detergentes o ácidos puede dar problemas en las características de pH del medio y dar problemas fermentativos o incluso llegar a producir contaminaciones bacterianas en etapas posteriores a causa del pH del medio. La medida preventiva de control será la disposición de una metodología de trabajo con un intenso enjuague con agua para la eliminación de los restos que puedan quedar y la determinación del pH con tiras indicadoras de pH.

4.1.4. Fermentación alcohólica

- Contaminación con microorganismos externos: en este proceso existe el riesgo de peligro de un desarrollo de microorganismos aerobios a causa de una mala gestión y control de las fermentaciones alcohólicas. En caso de una parada fermentativa, las bacterias aerobias, más concretamente del género *Acetobacter*, se imponen en el medio compitiendo y superando en recursos a la población de levaduras inoculadas y generan como subproductos de su metabolismo compuestos indeseables como el ácido acético que reducirán sustancialmente la calidad sensorial del producto y dificultarán la imposición futura de levaduras seleccionadas. La medida preventiva de control será el control diario de la temperatura y densidad de los depósitos en fermentación y la determinación de la acidez volátil en caso de una reducción en la cinética fermentativa.

- Producción de carbamato de etilo: el carbamato de etilo (CE) es una sustancia generada en la fermentación por reacción del etanol y la urea generada por las levaduras proveniente del metabolismo de la arginina. Aunque en humanos no hay suficiente información, se ha comprobado un carácter carcinogénico y, por tanto, se ha establecido unos límites de concentración en el producto. La medida preventiva de control será el empleo de nutrientes nitrogenados con una cantidad reducida de arginina, además de un análisis externo de producto terminado de este elemento

- Contaminación por productos de limpieza y desinfección: otro riesgo de peligro, al igual que ocurre en el calentamiento y mezcla del mosto, es la presencia de detergente o ácido del lavado que no ha llegado a enjuagarse debidamente. La medida preventiva de control será la disposición de una metodología de trabajo con un intenso enjuague con agua para la eliminación de los restos que puedan quedar y la determinación del pH con tiras indicadoras de pH.

4.1.5. Maduración/clarificación

- Contaminación con microorganismos externos: en este proceso existe el riesgo de una contaminación bacteriana que consuman los azucares no fermentables por las levaduras como son las pentosas, además de la oxidación del producto al no encontrarse protegidos por CO_2. La medida preventiva de control será el análisis microbiológico de un laboratorio externo y la revisión diaria del flotador neumático de los depósitos siemprelleno.

- Contaminación por metales: Algunos aditivos empleados en el proceso de clarificación pueden ceder metales al vino. El empleo de bentonita puede aumentar la concentración de aluminio en la hidromiel. Esta liberación dependerá de muchos factores, siendo el más importante la capacidad de liberación de estos de las bentonitas. La presencia de aluminio puede tener efectos adversos en la salud humana según la OMS. La medida preventiva de control será el empleo de bentonitas con un contenido reducido en aluminio y con un bajo índice de cesión de estos, además de un análisis externo de producto terminado de este elemento.

4.1.6. Llenado de botellas

- Contaminación por productos de limpieza y desinfección: los riesgos que podemos encontrar son la contaminación por productos de limpieza. Los detergentes y desinfectantes empleados en la limpieza de los equipos, pueden quedar en el proceso debido a una incorrecta aplicación del programa de limpieza y desinfección. Esto puede hacer que los residuos pasen a las botellas de producto final y provoquen alteraciones organolépticas indeseables. La medida preventiva de control será la disposición de una metodología de trabajo con un intenso enjuague con agua para la eliminación de los restos que puedan quedar y la determinación del pH con tiras indicadoras de pH.

- Restos de grasa, aceites, etc: estos pueden provenir de contaminaciones ocasionadas por el contacto del producto final con equipamientos de la embotelladora que tienen estos elementos en su composición. La medida preventiva de control será la revisión periódica de los elementos en contacto con el producto y una inspección visual del producto.

- Presencia de vidrio: los fragmentos de vidrio que pueden aparecer en la hidromiel final que estaban previos al llenado o durante el mismo, son peligrosos y dañinos para el consumidor. Estos fragmentos de vidrio provienen de la rotura de las botellas o de la misma erosión del cuello con la torreta de llenado. La medida preventiva de control será una inspección visual del producto, un filtrado medio previo al llenadoy un mantenimiento periódico de la torreta de llenado.

- Presencia de elementos extraños: otro peligro existente en el proceso es la presencia de diferentes cuerpos extraños en la hidromiel como insectos, polvo, partículas metálicas de los tapones corona, productos procedentes de los operarios… Estos elementos extraños pueden dañar al consumidor apareciendo

antes o durante el llenado. La medida preventiva de control será la instalación de un detector de metales previo al llenado y un filtrado medio previo al llenado además de una inspección visual del producto.

- Contaminación del producto final por bacterias externas: el peligro existente puede ser la presencia de bacterias que encuentren sustrato en el producto final y puedan generar turbidez indeseable o sabores u olores extraños por fermentación de los azúcares residuales. Pueden ser provocados durante o antes del llenado, que superen el filtro de placas. La medida preventiva de control es un buen ajuste de la presión en las placas y la colocación de unas placas que no permitan el paso a la mayoría de la población bacteriana.

4.2. Determinación de los puntos críticos de control (PCC)

Para poder determinar los puntos de control crítico (PCC) de los diferentes peligros extraídos en el capítulo anterior, debemos primeramente desarrollar un árbol de decisión.

Para ello, debemos formular una serie de cuestiones:

1. ¿Existen medidas preventivas de control?
2. ¿El control es necesario para garantizar la inocuidad?
3. ¿Ha sido específicamente concebida la fase para eliminar o reducir a un nivel a un nivel aceptable la probabilidad de que se produzca un peligro?
4. ¿La contaminación con el peligro podría llegar a niveles inaceptables?
5. ¿Se eliminarán los peligros identificados o se reducirá a un nivel aceptable la probabilidad que se produzcan en una fase posterior?

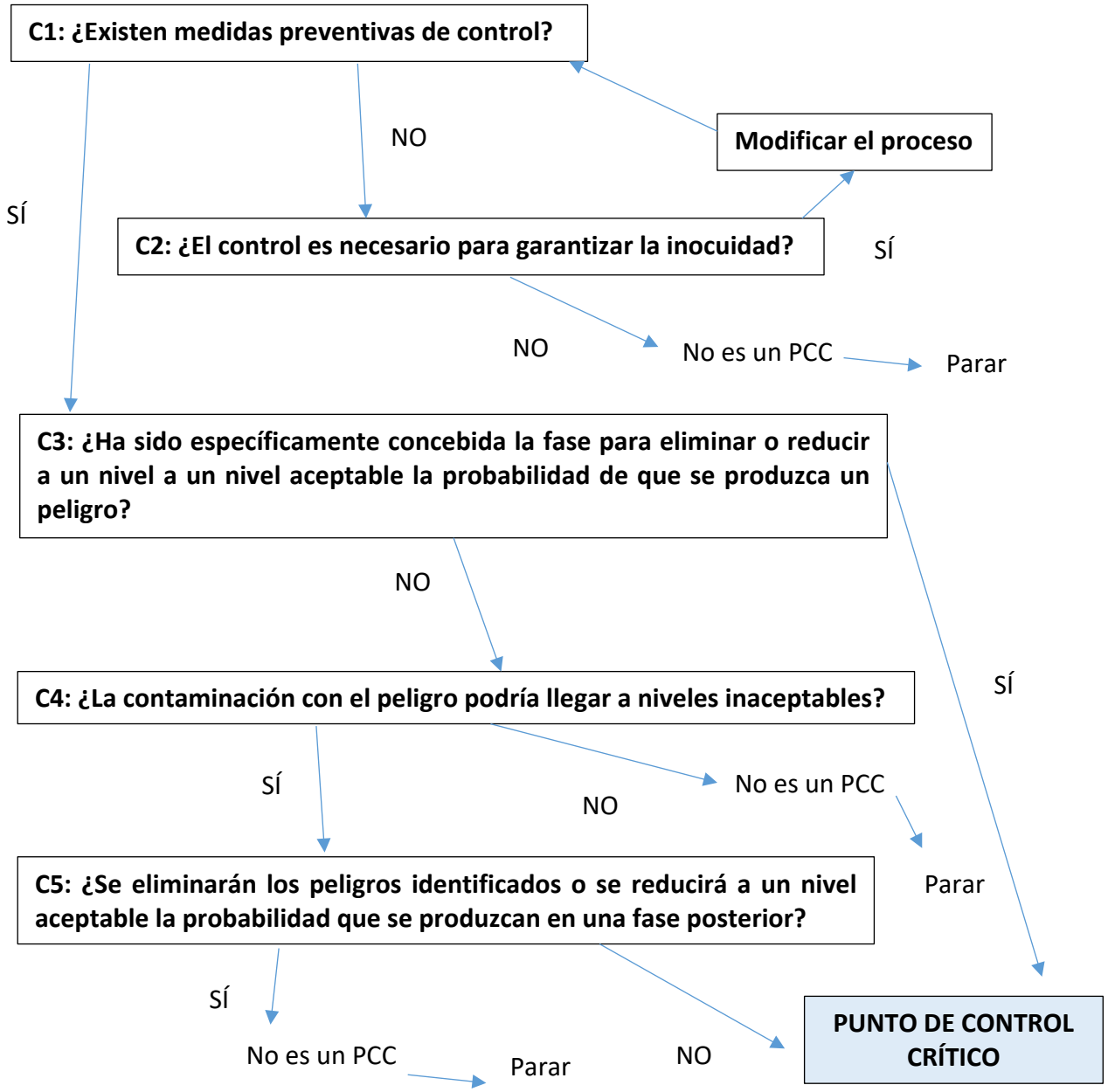


Gráfico 1 Árbol de decisiones para la determinación de los Puntos de Control Críticos (PCC)

4.3. Diagrama de flujo con los Puntos de Control Críticos de los diferentes procesos

Con el Gráfico 1 Árbol de decisiones para la determinación de los Puntos de Control Críticos (PCC)podemos determinar cuál de nuestros procesos en los que existe más de un peligro es un Punto de Control Crítico (PCC). Para ello, establecemos una tabla que responda a las diferentes cuestiones planteadas en el árbol de decisión para la determinación de los PCC.

PROCESO	**TIPO DE PELIGRO**	CUESTIONES					PCC
		C1	C2	C3	C4	C5	
Recepción de materias primas/auxiliares	Físico	Sí	-	No	Sí	No	Sí
	Químico	Sí	-	No	No	-	No
	Biológico	Sí	-	No	No	-	No
Tratamiento del agua de consumo	Físico	Sí	-	Sí	-	-	Sí
	Químico	Sí	-	Sí	-	-	Sí
	Biológico	Sí	-	Sí	-	-	Sí
Mezcla y calentamiento del mosto	Físico	No	No	-	-	-	No
	Químico	Sí	-	No	No	-	No
	Biológico	Sí	-	No	Sí	Sí	No
Fermentación alcohólica	Físico	No	No	-	-	-	No
	Químico	Sí	-	No	Sí	No	Sí
	Biológico	Sí	-	No	Sí	Sí	No
Maduración/clarificación	Físico	No	No	-	-	-	No
	Químico	Sí	-	No	No	-	No
	Biológico	Sí	-	No	No	-	No
Llenado de botellas	Físico	Sí	-	No	Sí	No	Sí
	Químico	Sí	-	No	No	-	No
	Biológico	Sí	-	No	Sí	No	Sí

Con esta información, podemos desarrollar el diagrama de flujo que nos indica todos los Puntos de Control Críticos (PCC) que encontramos en el proceso productivo.

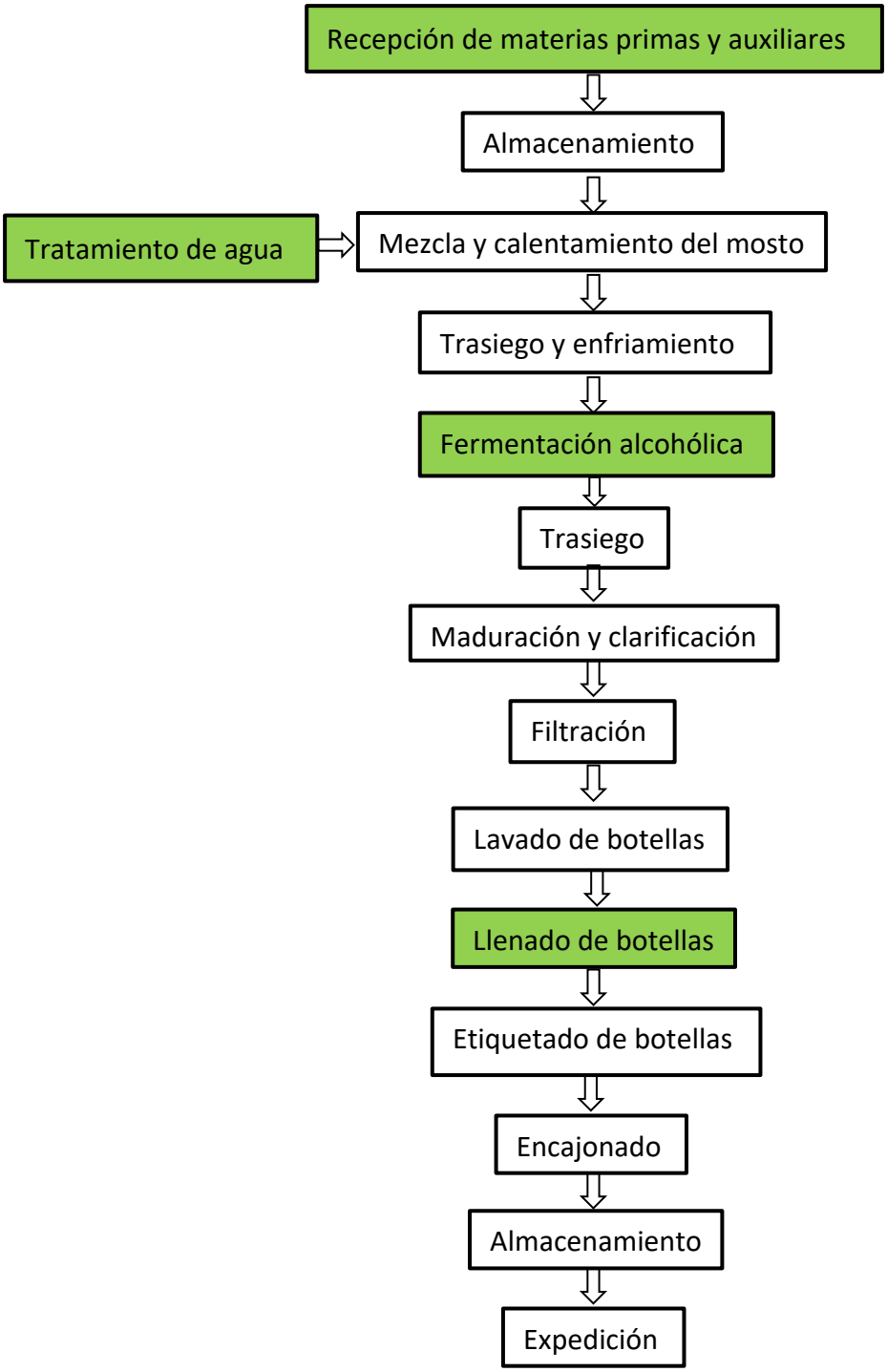


Gráfico 2 Diagrama de flujo del proceso productivo indicando los PCC

4.4. Cuadro de gestión del plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

En la siguiente tabla de mostrará de forma visual aquellos peligros específicos de cada punto de control:

Proceso	Peligro	Medida preventiva	Límite Crítico	Acciones correctivas	Vigilancia
Recepción y almacenamiento	Físico: mal sellado del bidón metálico	Revisión visual del sellado	1 ud.	Cambio de proveedor y rechazo de la unidad	Productor certificado y comprometido con el sistema APPCC
	Químico: presencia de metales y otros compuestos indeseables	Revisión visual de cierre y disponerlo en un almacén adecuado	1 ud.	Reclamación al proveedor y valorar el daño del producto	Distribuidor certificado y que disponga de la documentación pertinente
	Biológico: presencia de microorganismos indeseables	Envío de muestra a laboratorio externo	1 ud.	Reclamación al proveedor, retirada del producto y cambio de proveedor	Distribuidor certificado y que disponga de la documentación pertinente
Tratamiento del agua de consumo	Químico: presencia de compuestos químicos indeseables	Instalación de un equipo de ósmosis inversa	Descritos en el Anejo Nº4 apartado 2.2.	Retirada del lote en el cual los valores de algún componente salga fuera del límite y revisión del equipo de ósmosis inversa	Correcto mantenimiento del equipo de ósmosis inversa y análisis externos de los diferentes compuestos durante el proceso
	Biológico: contaminaciones microbiológicas	Tratamiento del agua con el equipo de ósmosis inversa y un filtro de carbón activo a la entrada de la instalación	Ausencia completa de microorganismos (0,00)	Retirada inmediata del lote de producción y revisión de los lotes anteriores por laboratorios externos	Envió de muestras a laboratorios para su análisis microbiológico

Proceso	Peligro	Medida preventiva	Límite Crítico	Acciones correctivas	Vigilancia
Calentamiento y mezcla del mosto	Biológico: contaminación con microorganismos externos	Determinación de la acidez volátil	>1,4 g/L	Trasiego del depósito, detoxificación del medio e inoculación de LSA.	Control sistemático de la acide volátil
	Químico: contaminación por productos de limpieza y desinfección	Determinación del pH con tiras indicadoras en el lavado del depósito	pH diferente a 7 en la tira indicadora en el lavado del depósito	Volver a enjuagar el depósito hasta pH 7	Proceso sistemático de actuación
Fermentación alcohólica	Biológico: contaminación con microorganismos externos	Control diario de la temperatura y densidad de los depósitos en fermentación. La determinación de la acidez volátil en caso de una reducción en la cinética fermentativa	>1,8 g/L	Trasiego del depósito, detoxificación del medio y reinoculación de LSA.	Control diario de la temperatura y densidad
	Químico: producción de carbamato de etilo	Control de la composición de los nutrientes nitrogenados y análisis externo de final de fermentación	1 mg/L	Retirada del lote afectado	Proveedor de nutrientes nitrogenados certificado y análisis sistemático tras fermentación.
	Químico: contaminación por productos de limpieza y desinfección	Determinación del pH con tiras indicadoras en el lavado del depósito	pH diferente a 7 en la tira indicadora en el lavado del depósito	Volver a enjuagar el depósito hasta pH 7	Proceso sistemático de actuación

Proceso	Peligro	Medida preventiva	Límite Crítico	Acciones correctivas	Vigilancia
Maduración y clarificación	Biológico: contaminación con microorganismos externos	Revisión diaria de la presión del flotador neumático	Presencia organoléptica de factores relacionados con la oxidación	Revisión del volumen de nitrógeno empleado	Análisis organoléptico del mosto
	Químico: contaminación por metales	Empleo de bentonitas con un contenido reducido en aluminio y con un bajo índice de cesión de estos. Análisis externo de producto terminado.	Metales pesados inferior a 30 ppm	Retirada del lote afectado y cambio de proveedor de bentonitas	Proveedor de bentonitas certificado y análisis externo del producto terminado
Llenado de botellas	Químico: contaminación por productos de limpieza y desinfección	Determinación del pH con tiras indicadoras en el lavado del equipo	pH diferente a 7 en la tira indicadora en el lavado del equipo	Volver a enjuagar el equipo hasta pH 7	Proceso sistemático de actuación
	Físicos: restos de grasa, aceites, etc.	Revisión periódica de los elementos en contacto con el producto. Inspacción visual del producto.	1 botella afectada	Retirada del lote afectado	Revisión visual de las botellas tras llenado
	Físico: presencia de vidrio	Filtrado previo al llenado. Mantenimiento de la torreta de llenado.	1 botella con presencia de vidrio	Retirada del lote afectado	Revisión visual de las botellas tras llenado
	Físico: presencia de elementos extraños	Filtrado previo al llenado. Detector de metales.	1 botella con presencia de elementos extraños	Retirada del lote afectado	Revisión visual de las botellas tras llenado.
	Biológico: contaminación del producto final por bacterias externas	Correcta elección de placa y presión del filtro.	$< 10^2$ bacterias/mL	Retirada del lote afectado	Control de producto terminado y análisis microbiológico sistemático tras embotellar

Tabla 1 Cuadro de gestión del plan de APPCC

4.5. Establecimiento de un sistema de documentación y registro

En cada una de las operaciones del sistema productivo, se rellenarán sistemáticamente unos documentos en los cuales se especifica las medidas preventivas tomadas, los límites permitidos y el resultado de las medidas de control. Además, estos documentos vendrán firmados por la persona responsable del control y por la persona responsable de revisión.

Todos los documentos vendrán con la fecha de realización del control y estos documentos serán archivados durante por lo menos 2 años después de la expedición del lote de producto terminado.

En caso de encontrar alguna no conformidad, se indicarán las medidas correctoras realizadas con la firma de la persona que las ha realizado y la firma de la persona encargada de la supervisión de esta, indicando la fecha de realización de esta.

Anejo Nº6
Distribución en planta

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se desarrollarán las relaciones entre las diferentes actividades realizadas en el proceso productivo para con ellas, poder calcular un diagrama relacional de recorridos y actividades, además de un cálculo de las superficies necesarias para efectuar todo el proceso productivo.

Esto permite un dimensionamiento adaptado a la producción de la planta y optimización de los espacios de trabajo.

Para ello, se emplea como método de resolución de problemas de distribución en planta el método *Systematic Layout Planning* (SLP), en el cual se tendrá en cuenta el análisis de recorrido de los productos o flujo de producción, el análisis de las relaciones entre actividades, se desarrollará el diagrama de relaciones de las actividades y se evalúa finalmente la distribución de estas salas con sus respectivos espacios mínimos calculados teniendo en cuenta factores limitantes como espacios mínimos de trabajo, espacios mínimos de mantenimiento (1,5 m), factores de simultaneidad a la hora del empleo de diferentes instalaciones, etc.

2. RELACIONES ENTRE LAS ACTIVIDADES

Para comenzar a realizar el presente capítulo, se listan todos las actividades o procesos pertenecientes al proceso productivo y todos las actividades o elementos auxiliares presentes. En la tabla se indica el proceso al que pertenecen, su número identificativo, la actividad realizada y su localización.

Tipo de proceso	Número	Actividad	Sala
Productivo	1	Recepción de materias primas	Almacén de materias primas
	2	Recepción de materias auxiliares	Almacén de materias auxiliares
	3	Tratamiento de agua de consumo	Tratamiento de agua de consumo
	4	Mezcla y calentamiento del mosto	Sala de elaboración
		Fermentación alcohólica	
		Maduración/clarificación	
		Filtración	
	5	Enjuague de botellas	Sala de embotellado
		Llenado de botellas	
		Etiquetado	
		Encajado y paletizado	
	6	Almacenamiento de producto terminado	Almacén de productos terminados
	7	Enfriamiento del agua	Sala de refrigeración
Auxiliar	8	Oficina	Oficina
	9	Vestuario	Vestuario
	10	Aseos de visitas	Aseos de visitas
	11	Área social	Área social
	12	Análisis rutinarios	Laboratorio
	13	Uso del aire comprimido	Sala neumática
	14	Empleo de productos de limpieza	Cuarto de limpieza
	15	Uso de productos químicos	Cuarto de productos químicos
	16	Uso de herramientas	Almacén de herramientas
	17	Recepción de materias primas y auxiliares	Muelle de recepción
	18	Expedición de producto terminado	Muelle de expedición

Tabla 1 Relación de las actividades del proceso según su localización

Según los diferentes criterios escogidos que se tendrán en cuenta en la planta, podemos determinar la proximidad entre las salas:

Número de identificación	Criterios
1	Proximidad entre procesos
2	Higiene
3	Ruido
4	Peligro
5	Control
6	Continuidad del proceso

Tabla 2 Criterios a estudiar para la relación entre las actividades

Se escoge un código alfabético para determinar la necesidad de proximidad entre las distintas actividades. A cada necesidad de aproximación se le asocia con un color característico:

Código	Relación de proximidad	Color
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	-
X	No aconsejable	Marrón

Tabla 3 Asociación de las relaciones de proximidad con el código alfabético y su color

Teniendo esto en cuenta, se puede desarrollar un gráfico que muestre de forma visual las necesidades de proximidad entre todas las actividades de la planta. Se representará con el color y la letra según su relación de proximidad seguido de un número que representa el criterio.

Nº	SALA	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Almacén de materias primas	U-1	E-6	U-1	X-4	X-2	U-3	I-5	X-4	X-2	X-2	U-2	X-3	U-1	U-2	A-6	X-2	U-1	
2	Almacén de materias auxiliares	U-1	E-6	U-1	U-4	U-1	U-3	I-5	X-2	X-2	X-2	U-1	U-1	O-1	A-1	U-1	U-2		
3	Tratamiento de agua	U-1	U-1	O-1	U-4	U-4	U-3	U-5	U-3	U-3	U-2	X-3	U-1	U-2	U-1	I-1			
4	Sala de elaboración	U-1	U-1	I-1	U-1	U-1	X-3	E-5	X-4	X-4	O-1	U-2	I-1	X-4	E-6				
5	Sala de embotellado	U-1	U-1	I-1	X-4	U-1	I-1	O-5	X-3	X-3	O-1	X-3	X-1	A-6					
6	Almacén de producto terminado	E-6	U-1	U-1	X-4	U-1	X-2	I-5	U-2	X-2	O-1	O-1	X-1						
7	Sala de refrigeración	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	X-3	X-3	X-3	U-1	X-3							
8	Oficina	U-1	U-1	U-2	X-4	O-1	X-3	U-4	O-1	U-2	U-2								
9	Vestuario	U-1	X-2	U-2	U-2	U-3	U-3	U-2	U-2	U-2									
10	Aseos de visitas	U-1	X-2	X-4	X-4	O-1	X-3	X-4	E-1										
11	Área social	U-1	U-2	X-4	X-4	O-1	X-3	X-4											
12	Laboratorio	U-1	O-5	U-4	X-3	O-1	X-3												
13	Sala neumática	U-1	U-3	O-1	U-3	U-3													
14	Cuarto de limpieza	U-1	U-3	U-1	U-3														
15	Cuarto de productos químicos	U-4	U-4	U-4															
16	Almacén de herramientas	U-1	U-1																
17	Muelle de recepción	U-1																	
18	Muelle de expedición																		

Gráfico 1 Representación gráfica de las relaciones entre las actividades según la importancia de proximidad y su criterio

Para que este método de diseño resulte aceptado, el gráfico debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- El porcentaje de relaciones de actividades ABSOLUTAMENTE NECESARIA (A) debe estar comprendido entre un 2-5 % del total
- El porcentaje de relaciones de actividades ESPECIALMENTE IMPORTANTE (E) debe estar comprendido entre un 3-10 % del total
- El porcentaje de relaciones de actividades IMPORTANTE (I) debe estar comprendido entre un 5-15% del total
- El porcentaje de relaciones de actividades ORDINARIA (O) debe estar comprendido entre un 10-25 % del total
- El porcentaje de relaciones de actividades SIN IMPORTANCIA (U) debe de ser el resto del porcentaje

En el caso planteado obtenemos los siguientes porcentajes:

Importancia de proximidad	TOTAL	Porcentaje
Absolutamente importante	3	3,2%
Especialmente importante	6	6,4%
Importante	8	8,5%
Ordinaria	14	14,9%
Sin importancia	80	85,1%

Tabla 4 Porcentajes obtenidos en el gráfico de las relaciones de actividades

Con esto podemos comprobar que el gráfico de relaciones entre actividades puede ser viable y realista en la aplicación

3. DIAGRAMA RELACIONAL DE RECORRIDOS Y ACTIVIDADES

Con toda la información obtenida previamente, se busca realizar un diagrama de grafo que describa de forma visual la localización de las diferentes instalaciones de la planta, teniendo en cuenta la importancia de la proximidad entre ellas y el flujo de materia transportado entre una y otra, considerando tanto las materias primas como auxiliares.

En el apartado anterior, se ha determinado la importancia de la proximidad, por lo que ahora se deberá de tener en cuenta el transporte de materia entre los diferentes procesos, descritos en la siguiente tabla:

Par de actividades	Kg/año
5-6	2.656.156,3
6-18	2.656.156,3
4-5	608.670,3
2-5	592.474,4
17-2	592.474,4
3-4	506.000,0
1-4	184.599,6
17-1	184.599,6

Tabla 5 Flujo de materia entre las diferentes actividades del proceso

Con la tabla anterior, representamos un gráfico donde se vea claramente las diferencias de flujo de materia y nos permitirá comprobar la intensidad del flujo de material.

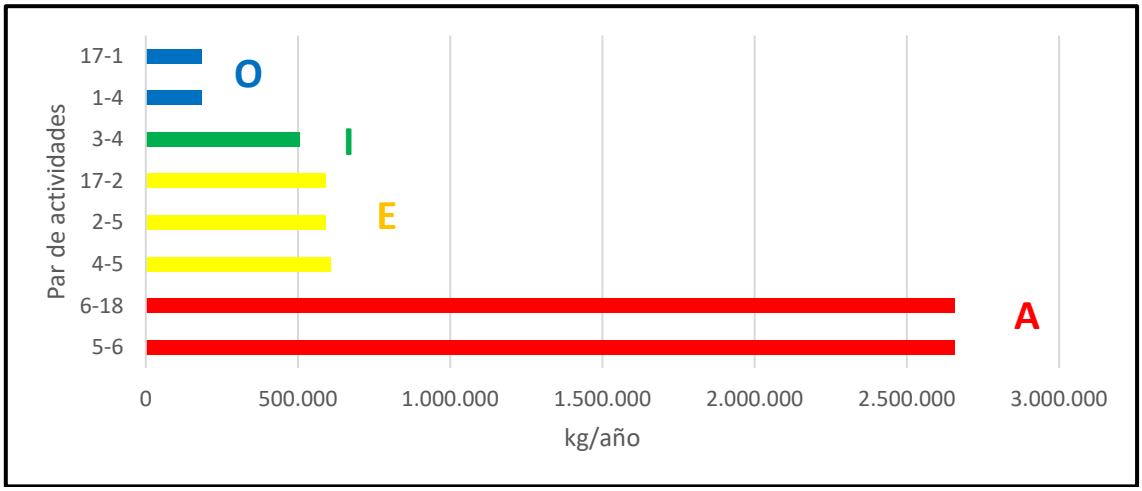


Gráfico 2 Intensidades de flujo de materia existentes entre las diferentes actividades

En este gráfico, únicamente se representan las actividades las cuales comparten un intercambio de materias primas o auxiliares. Gracias a ella, podemos identificar las intensidades de flujo según un valor alfabético que, transformándolo con el valor tabulado, nos servirá para la determinación de la tabla de flujos combinados.

Es necesario realizar esta tabla de flujos combinados con aquellas actividades que no dependan de los flujos de las materias primas y auxiliares pero que sí dispongan de un espacio en la industria. Para ello, emplearemos los valores alfabéticos aportados en el Gráfico 1 para todos los pares de actividades (relación de no flujo) y se les otorgará los valores por convención dado por la siguiente tabla:

Vocal	Valor	nº de líneas	Intensidad de flujo de material	Color
A	4	4	Flujo anormalmente alto	Rojo
E	3	3	Flujo especialmente alto	Amarillo
I	2	2	Flujo importante	Verde
O	1	1	Flujo ordinario	Azul
U	0	ninguna	Flujo no importante	
X	-1,-2,-3 etc	zigzag tachado	No deseable	Marrón

Tabla 6 Convención de vocales y símbolos de los diagramas de intensidad de flujo

Para dar mayor importancia a la intensidad de flujo de los materiales, se puede dar un factor de ponderación entre el 1 y el 3 para dar mayor o menor peso al transporte de estos flujos de materiales. En este caso, se empleará el factor de convención máximo (3) ya que el movimiento de esta materia es una parte fundamental en el proceso global.

Con lo visto anteriormente, se desarrolla la siguiente tabla:

Par de actividades	Intensidad de flujo de materiales	Valor de convección	Factor de ponderación (3)	Valor de no flujo	Valor de convección	Combinación
3-4	A	4	12	I	2	14
5-6	E	3	9	A	4	13
6-18	E	3	9	E	3	12
3-5	E	3	9	I	2	11
2-5	I	2	6	A	4	10
2-17	I	2	6	E	3	9
4-5	I	2	6	E	3	9
1-4	O	1	3	A	4	7
1-17	O	1	3	E	3	6

Tabla 7 Flujos combinados de las actividades

Los pares de actividades que no se encuentran marcados en la Tabla 7, es debido a que tienen un valor nulo o negativo, por lo que no representan importancia a la hora de elaborar un diagrama de flujo combinado.

Con los valores obtenidos en la Tabla 7, se muestra a continuación un diagrama de flujos combinados que representa para cada par de actividades su importancia respecto a su actividad y flujo de una forma visual. No se representan los pares de actividades de valor nulo.

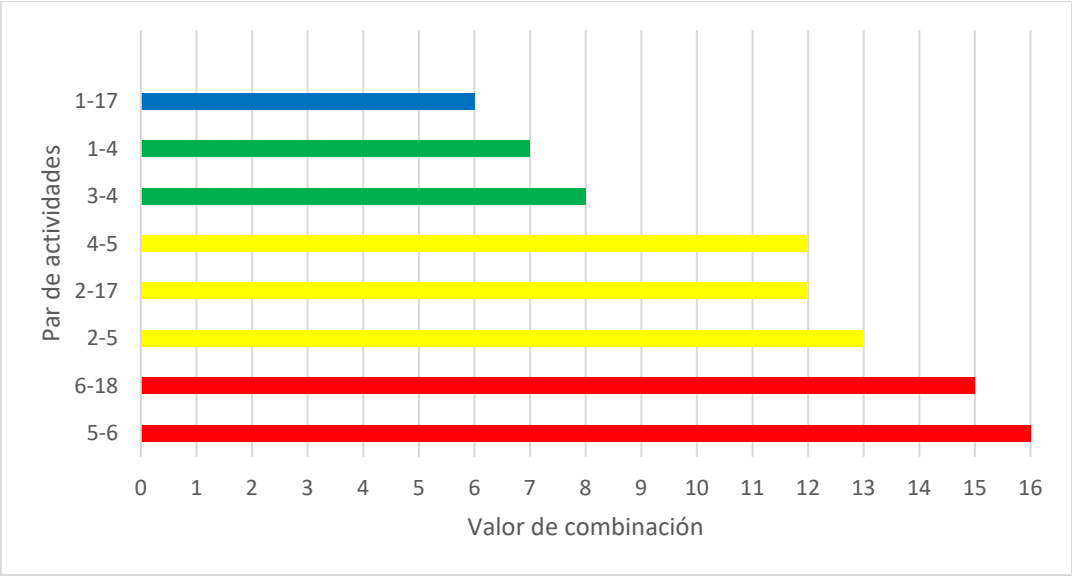


Gráfico 3 Diagrama de flujos combinados

Los pares de actividades representados con un valor de combinación en color rojo son absolutamente necesarias su proximidad ya que mueven una gran cantidad de flujo de materia o la importancia de que estén próximas es alta comparadas con el resto de actividades. En cuanto las que se encuentran de color verde, poseen una elevada importancia, pero inferior que las anteriormente citadas. Por último, las actividades que se encuentran en el color amarillo y azul determinan una menor proximidad debido a su menor importancia.

A continuación, se representa el Diagrama de Nodos, en el cual se indican con un circulo las actividades y entre estas, una serie de líneas cuyo número y longitud dependerá de su necesidad de proximidad. El número de líneas por cada necesidad viene reflejado en la Tabla 6. Es decir, cuantas más líneas y menor longitud entre las actividades, mayor necesidad de proximidad entre las salas.

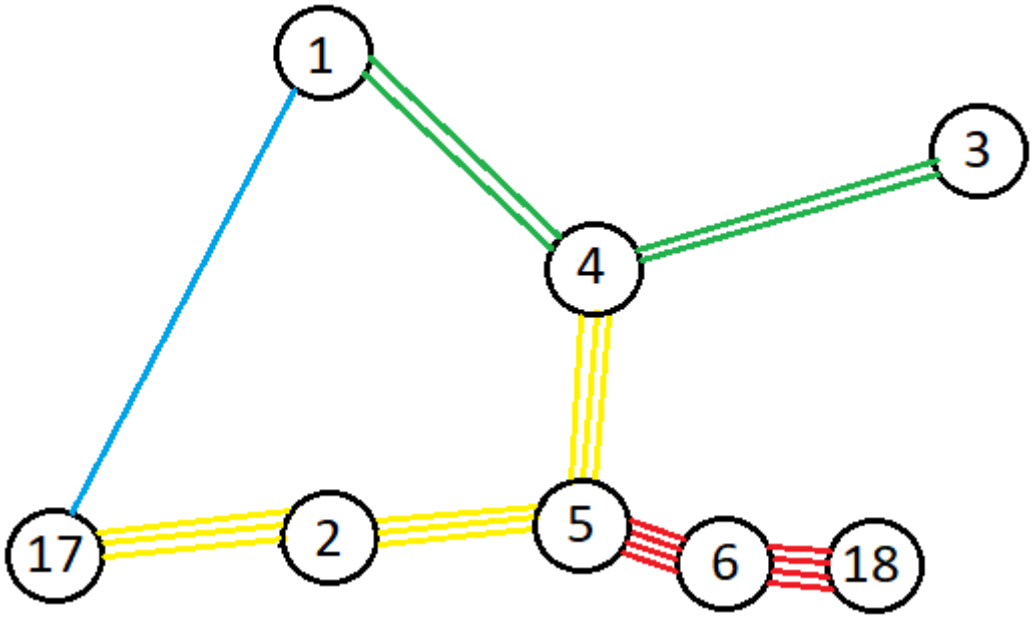


Gráfico 4 Diagrama de nodos de la planta

4. DIMENSIONES Y SUPERFICIES NECESARIAS

En este capítulo, se desarrollarán las dimensiones de la planta necesarias según diferentes parámetros como equipos, superficies de trabajo mínimas, espacios de mantenimiento…

Primeramente, se desarrollará el cálculo de espacios de cada equipo con sus espacios de trabajo. Esto nos permitirá dimensionar el espacio de las salas permitiendo un trabajo cómodo para operarios y el paso de la carretilla eléctrica. Para ello, se desarrolla unas tablas que representarán los equipos de cada sala, con sus respectivas dimensiones extraídas del Anejo Nº3, las unidades empleadas y la superficie total que ocupan en la planta.

Equipo	Ancho (mm)	Profundo (mm)	Diámetro (mm)	Superficie/ud (m^2)	Unidades
Báscula industrial	400	600	-	0,24	1
Carro elevador y volteador	1240	1070	-	1,33	1
Depósito de mezcla	1500	1698	-	2.55	1
Bomba de rodetes flexibles	155	350	-	0.54	2
Intercambiador de placas	200	220	-	0.04	1
Depósitos de fermentación	-	-	1500	1,76	16
Depósitos de maduración/clarificación	-	-	1160	1,06	24
Depósito nodriza	-	-	2100	2,85	1
Filtro de placas filtrantes	420	980	-	0,41	1
Enjuagadora + llenadora + taponadora	1930	2510	-	4,84	1
Etiquetadora automática	2000	1200	-	2,40	1
Carretilla eléctrica	1.028	2.359	-	2,42	2
Detector de metales	540	1750	-	0,95	1
Equipo de ósmosis inversa	1350	1100	-	1,49	1
Bomba de doble diafragma	146	164	-	0,02	1
Compresor de aire	1200	870	-	1,04	1
Equipo enfriador de agua	1454	1524	-	2,22	1
Bidones metálicos	-	-	880	0,61	22
Contenedor de lías	1000	1200	-	1,20	1
Transportador de bidones	820	875	-	0,72	1
Transpaleta manual	540	1520	-	0,82	2
Calentador de bidones metálicos	880	600	-	0,53	1
Cargador industrial	65	425	-	0,27	2

Tabla 8 Superficies empleadas por los diferentes equipos

Una vez calculadas las superficies empleadas por los equipos de la planta, se determina las superficies empleadas por estos equipos en las distintas salas. Para dimensionar estas salas, se debe contar no solo con la superficie ocupada por los equipos, sino que

hay que tener presente la distancia para su manipulación y mantenimiento, el tamaño de los pasillos, la separación entre depósitos, etc.

Para concluir con el anejo, se determina el cálculo de las dimensiones construidas y la superficie ocupada dentro de la planta, teniendo en cuenta las dimensiones de los equipos calculados en la Tabla 8, las superficies necesarias para su trabajo y mantenimiento, el paso de la carretilla eléctrica y el sobredimensionamiento del almacén de materias primas, materias auxiliares y sala de productos químicos.

Se calcula tomando como distancia de trabajo y mantenimiento mínimo de 1,5 metros, el paso de la carretilla 4 metros y un sobredimensionamiento de las salas necesarias de un 10%.

Las salas se dimensionan teniendo en cuenta además sus elementos auxiliares como archivadores, banco de vestuario, mobiliario…

Sala	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie total necesaria (m^2)
Almacén de materias primas	9,85	3,30	32,5
Almacén de materias auxiliares	15,10	6,30	95,1
Sala de elaboración	10,40	27,30	283,9
Sala de embotellado	19,90	9,20	183,1
Almacén de producto terminado	12,40	14,35	177,9
Sala de tratamiento de agua	3,10	2,30	7,1
Oficina	5,45	3,90	21,3
Vestuario**	5,70	11,20	63,8
Aseos visitas**	2,65	3,90	10,3
Área social	8,35	3,90	32,6
Laboratorio	8,15	3,65	29,7
Sala neumática	3,10	2,50	7,8
Cuarto de limpieza	1,50	3,05	4,6
Cuarto de productos químicos	1,50	3,65	5,5
Sala de refrigeración	3,10	4,00	12,4
Almacén de herramientas	1,50	3,05	4,6
Muelle de recepción	4,70	7,15	33,6
Muelle de expedición	4,00	9,20	36,8
Pasillo 1	-	-	66,0
Pasillo 2	14,35	4,20	60,3

Tabla 9 Dimensionamiento de las salas de la planta

*Los resultados de la superficie total necesaria se encuentran sobredimensionados un 10%

** Las superficies totales necesarias relacionados con los vestuarios y los aseos, se refieren a la superficie total ocupada por las salas para ambos géneros.

Para el cálculo y determinación de los espacios necesarios en los almacenes de materias primas, materias auxiliares y producto terminado, se han tenido en cuenta diferentes parámetros de diseño, los cuales se desarrollan a continuación:

- Tamaño de palé: el palé empleado en los almacenes de materias auxiliares y producto terminado es común y se encuentra descrito en el Anejo Nº2 subapartado 1.3.5., el cual dispone de 1,15 x 1,15 m de superficie. El tamaño de las cajas es tal que una correcta colocación sobre la planta del palé permite que la superficie que sobresale del palé se considere despreciable para los cálculos.

- Tamaño de los bidones herméticos de miel: se emplea para conocer las dimensiones del almacén de materias primas. Los bidones se disponen de forma vertical, sin apilado y en dos filas para aprovechar el espacio. La separación entre bidones se considera despreciable.

- Tiempo de permanencia en el almacén hasta nuevo suministro en el almacén de materias auxiliares: será considerado el tiempo mínimo para el cual se calcula que permanecerá almacenado el producto. Los tiempos de suministro quedan indicados en el Anejo Nº2 apartado 7.12.

- Superficie ocupada por el número máximo de palés simultáneos en el almacén de materias auxiliares: este valor se calcula partiendo de la producción final de la planta. Las necesidades de cada materia auxiliar se encuentran descritas en el Anejo Nº2 capítulo 7.

    - Botellas: el número de palés empleado para el almacenaje de las botellas vacías de cada volumen se determina conociendo las dimensiones de las diferentes botellas (Anejo Nº2 subapartado 1.3.5.), el tiempo de suministro (semanal), la necesidad de botellas semanal (Anejo Nº2 apartado 7.12.), el número total de botellas por palé de cada formato (1.862 botellas/palé de 0,33 L y 1.700 botellas/palé de 0,75 L), la altura de cada palé cargado con las botellas de cada formato (1.358 mm en los palés completos de botellas de 0,33 L y 2.240 mm en los palés completos de botellas de 0,75 L) y el número máximo de palés apilados permitido sin superar la altura máxima de 6 m (4 alturas en el caso de las botellas de 0,33 L y 2 alturas en el caso de las botellas de 0,75 L). Esto da un total de 4 pilas de palés de botellas de 0,33 L y 2 pilas de botellas de 0,75 L sobre los cuales se aplicará el tamaño del palé para la determinación de su superficie ocupada.

    - Cajas de cartón: conocido el peso unitario de cada caja (Anejo Nº2 subapartado 1.3.4), el número de cajas total necesario semanalmente (1.571 cajas totales) y el número de cajas totales que disponemos por palé (262 unidades/palé), obtenemos que no superando la altura máxima por palé de 6 m ni el peso máximo de palé de 600 kg tenemos en planta 6 palés no apilados.

- Palés almacenados: para determinar la superficie ocupada por estos, debemos conocer la altura unitaria del palé (140 mm), la altura máxima permitida (6 m), el número de palés máximo almacenado hasta el tiempo de suministro (448 palés), se obtiene un total de 10 pilas de 45 palés cada una.

- Superficie ocupada por el número máximo de palés simultáneos en el almacén de productos terminado: para calcular este dato, es necesario conocer primeramente el tiempo que va a permanecer en el almacén. Se estima que de media se encontrará almacenado el producto terminado hasta su venta una semana, dado que no es necesaria una evolución en botella posterior. Sin embargo, los cálculos se realizan suponiendo un tiempo de permanencia en la planta de 15 días. Los datos que se obtienen realizando los cálculos pertinentes que influyen directamente en le dimensionamiento del almacén de producto terminado serán número de cajas en palé (66 cajas en palés de 0,33 L y 80 cajas en palés de 0,75) y número de plantas por palé (6 plantas en palés de 0,33 L y 4 plantas en palés de 0,75 L). Con esto, se calcula el número de palés máximos en el almacén (134 unidades) y se distribuyen en pilas sin superar la altura máxima de 6m, dando 19 pilas de 4 palés por pila de botellas de 0,33 L y 15 pilas de 4 palés por pila de botellas de 0,75 L. Además, se ha tenido en cuenta que no supere el peso máximo para transporte con la carretilla, encontrándose este en 1.500 kg y obteniendo valores de 1.141 kg en palés de botellas de 0,33 L y 1.224 kg en palés de botellas de 0,75 L.

- Superficie ocupada por las estanterías: en el caso del almacén de materias primas se encuentran estanterías calculadas para la organización de bentonita y LSA y en el caso del almacén de materias auxiliares se encuentran estanterías individuales calculadas para albergar las cajas de las chapas (30 cajas), bobinas (2 cajas) y rollos de embalar (5 cajas). Estas estanterías están calculadas teniendo en cuenta el periodo de suministro de cada materia y distribuidos adecuadamente en baldas para no sobrepasar en ningún caso el peso máximo de la estantería.

- Paso y espacio de maniobra para la carretilla eléctrica: se calcula conociendo los valores de largo y ancho de la carga (1,15 x 1,15 m), el margen de holgura (200 mm), la distancia de carga (317 mm) y el radio de giro de la carretilla (1.455 mm). Esto nos dará un valor de 3.230,66 mm mínimos de pasillo, los cuales se sobredimensionarán a 4 metros para que la carretilla cruce sin ningún problema y pueda permitir una mayor maniobrabilidad a la hora de cargar y descargar.

- Espacio mínimo de trabajo y mantenimiento: dado que no existe un puesto estático en los almacenes, si no que el operario encargado del almacén se encuentra en movimiento entre los distintos almacenes, no es necesario tener en cuenta la distancia mínima de 2 metros cuadrados por puesto de trabajo, siendo esta la delimitada por el acceso de la carretilla eléctrica. En lo referente al mantenimiento, no existen equipos que sea necesario un mantenimiento rutinario. Se ha estimado para los cálculos de superficie una distancia mínima de 1,5 m frente a las estanterías para poder trasladar el producto adecuadamente.

- Existencia de equipos y/o mobiliario: en el caso del almacén de materias primas, existe una balanza analítica además de un transportador de bidones metálicos que se encuentra en continuo movimiento en la tarea rutinaria, pero que debe de disponer de una superficie adecuada de trabajo, calculándose las superficies aportando a cada equipo un espacio de trabajo suficiente.

- Sobredimensionamiento de los almacenes: tanto en el almacén de materias primas, como en el de materias auxiliares y producto terminado existe un sobredimensionamiento del 10% de su superficie total calculada. Esto es para evitar problemas con el espacio y para futuras ampliaciones de la industria.

- Altura máxima de los almacenes: la altura de pilar será el factor que limita la altura máxima que pueden tomar los almacenes. En el caso del presente trabajo, la altura de pilar será 5,5 m y, por tanto, la altura del contenido de los palés nunca podrá superar ese dato.

Anejo Nº7
Obra civil

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo será desarrollar el cálculo de la estructura de la nave industrial que contendrá la actividad.

Hay que conocer con anterioridad que la nave se desarrolla con una estructura de cubierta a dos aguas, con pórticos de nudos rígidos biempotrados. Las vigas de los pórticos serán de tres vanos.

La ubicación de la construcción se desarrolla en el Anejo Nº1 del presente trabajo.

Para el cálculo y dimensionamiento de todos los elementos constructivos se ha empleado el *software* CYPE 2019 versión "d" con la herramienta generador de pórticos.

Para la realización del presente anejo se han empleado los cálculos descritos en los siguientes documentos:

- DB-SE-AE: Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación
- EHE-08: Instrucción de hormigón estructural
- DB-SE-AE: Normativa aplicada al acero
- CTE DB SE-C: Normativa aplicada a la cimentación

1.1. Geometría de la nave

Las diferentes dimensiones que se emplearán para el cálculo de la estructura serán:

- Dimensiones de la nave: dispondrá de 44 metros de longitud y 28 metros de luz de pórtico.
- Altura de los pilares: la altura de los pilares será de 5,5 metros. Este dato es calculado como máximo de altura de apilado de los almacenes.
- Altura de cumbrera: 7 m
- Separación entre pórticos: 4,4 metros entre sí
- Distancia de separación entre correas de cubierta: 1,5 m
- Distancia de separación entre correas laterales: 1,2 metros
- Distancia entre la primera correa de cubierta y la cumbrera: 0,2 m
- Separación de la primera y última correa lateral: 0,35 m

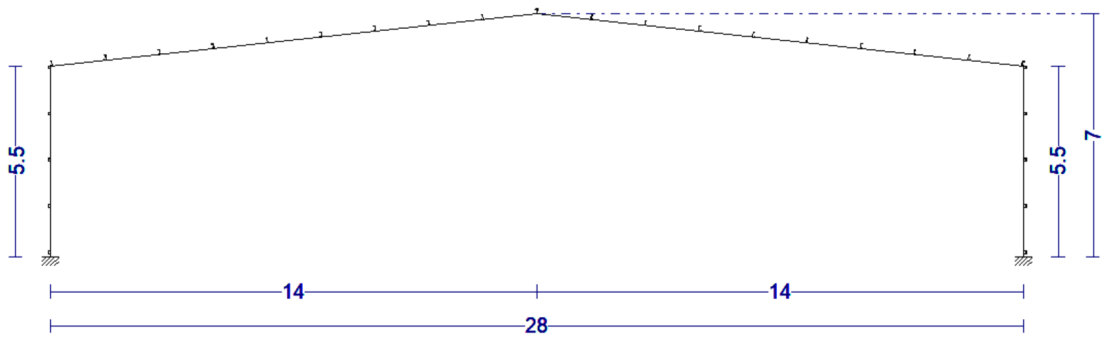


Ilustración 1 Representación de las dimensiones de la nave industrial

Se van a colocar unas vigas contravientos entre los pórticos hastiales y el sucesivo pórtico. Estas están compuestas por las cruces de San Andrés y por unos montantes, lo que evita la deformación de los pórticos cuando estos se encuentren sometidos a cargas de viento horizontales.

Además de los pilares de los pórticos, se van a colocar unos pilares intermedios en los pórticos hastiales para poder soportar mejor las cargas de viento y ayudar a la estabilidad de estos. Se colocan los pilares intermedios separados uno de otros 4,67 metros para abarcar por completo la luz de la nave.

Se disponen las vigas contravientos entre los pórticos hastiales y el sucesivo pórtico, compuestas por las cruces de San Andrés y por los montantes para evitar que se deformen los pórticos cuando estos se encuentren sometidos a cargas de viento horizontales.

1.2. Tipo de acero

El tipo de acero que se empleará para las correas, pilares y dinteles será el S275 JR, ya que en teoría no nos va a aparecer una situación que nos permita una buena soldadura.

El límite elástico de las fibras de este material será por tanto 275 N/mm^2. El acero que se empleará dispondrá, por tanto, de las siguientes características:

- Módulo de elasticidad (E): 210.000 N/mm^2
- Módulo de rigidez (G): 81000 N/mm^2
- Densidad (ρ): 7850 kg/m^3

2. MATERIALES Y PERFILES

2.1. Cerramiento de cubierta

La cubierta está formada por un panel sándwich *IRONLUX* de poliuretano como aislante con 80 mm de espesor, un peso propio de 9,9 kg/m^2, una cara exterior de acero y una cara interior de acero de 0,5 y 0,4 mm de espesor respectivamente.

Además, se va a colocar un falso techo en algunas zonas de la nave (área social, oficinas, laboratorio, pasillos…), el cual dispone de unos perfiles de escayolas *Bonet*, cuyo peso propio es de 12 kg/m^2. Los cálculos referidos al falso techo se dispondrán referidos a la totalidad de la nave.

Los elementos suspendidos del techo pertenecientes a las instalaciones (luminarias, tuberías de agua, …) dan como resultado un peso propio de 8 kg/m^2.

Como conclusión, tenemos que los cerramientos de cubierta suponen un peso propio de **30 kg/m^2**.

Dado que nuestra categoría de uso (sobrecarga de uso) será la G1 descrito en el CTE, con cubiertas ligeras sobre correas sin forjados, la norma muestra una carga uniforme para esta SCU de 0,4 kN/m^2 (**40 kg/m^2**).

Las correas de cubierta dispondrán tendrán perfiles tipo CF-140x3.0 a tres vanos, mientras que las correas laterales dispondrán perfiles de tipo #-75 x 10.48 a tres vanos.

Los pilares de los pórticos serán perfiles tipo HE 320 B, los pilares intermedios de los pórticos hastiales serán del tipo HE 140 B y los dinteles de los pórticos hastiales serán tipo HE 280 B.

Los dinteles de los pórticos intermedios serán perfiles tipo HE 480 B simple con cartelas.

Las zapatas de cimentación serán de hormigón armado HA-25.

2.2. Cerramiento lateral exterior

El cerramiento lateral exterior está formado por un panel sándwich *IRONLUX* de poliuretano como aislante con 80 mm de espesor, un peso propio de 11,7 kg/m^2, una cara exterior de acero y una cara interior de acero de 0,5 y 0,5 mm de espesor respectivamente.

2.3. Cerramiento interior

En nuestra planta, dado que no es necesario ningún tipo de instalación de aislante térmico, se empleará un tabique de ladrillo hueco doble de 25 x 12 x 9 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río.

2.4. Solera y pavimento

La superficie de la nave estará formada por una solera de hormigón armado HM-25/P/20/IIa de 15 cm de espesor con una resistencia de 25 N/mm^2, tamaño máximo del árido 20 mm y con una armadura de reparto de 150 x 150 x 8 mm.

Los pavimentos de la sala de elaboración, sala de embotellado, almacén de producto terminado y el pasillo de paso de la carretilla, se instalan de multicapa epoxi antideslizante de un espesor de 2 mm sobre la solera de hormigón citada anteriormente. El almacén de producto terminado incluye además una capa de poliestireno extruido (XPS) de 4 cm de espesor debido a sus necesidades de aislamiento térmico. Los pavimentos del resto de salas serán baldosas de gres antideslizante de 31 x 31 cm.

Estos pavimentos tendrán la suficiente pendiente para hacer que los líquidos vertidos sobre este fluyan hacia los sumideros de limpieza. Las juntas suelo-pared serán redondeadas para la facilitar la limpieza.

2.5. Falso techo

El falso techo dispuesto bajo cubierta será de fibra de vidrio mezclada con yeso prensada tipo Armstrong en forma de losas de 600 x 600 mm y 12,5 mm de grosor. Estas favorecen un aislamiento acústico suficiente, un aislamiento térmico que garantice una protección contra el fuego, ocultar las instalaciones, son de fácil instalación y mantenimiento y disponen de unos aspectos estéticos atractivos.

Se dispone a 5,5 metros de altura en las salas que no vinculadas a la producción del producto, es decir, al laboratorio, área social, oficinas, aseos, cuarto de productos químicos, vestuarios y pasillos.

2.6. Pintura

En la industria, las superficies se someten a condiciones desfavorables como un exceso de humedad, abrasión, rozamiento, oxidación etc. Es por ello, por lo que es necesario proteger estas superficies con una pintura industrial.

Se emplea en la industria una pintura alquídica, la cual ofrece acabados muy duraderos, resiste la abrasión, la corrosión, el desgaste, la humedad y los productos químicos, a cambio tiene un tiempo de secado relativamente prolongado.

El tono de la pintura será de colores claros para evitar la acumulación de calor en el interior de la nave, además de favorecer la dispersión de la luz proporcionada por las luminarias.

2.7. Puertas

Las puertas incluidas en las zonas no vinculadas a la producción serán de madera de roble, la cual aporta una gran durabilidad y resistencia, además de disponer de un acabado estético superior a cualquier otro material. Estas puertas tendrán una anchura de 90 cm y una altura de 2,1 metros.

En aquellas salas relacionadas con la elaboración y las puertas peatonales exteriores, se disponen de puertas de acero galvanizado abatibles con características de cortafuegos de 90 cm de ancho y 2,1 metros de altura.

En las entradas que sea necesario el paso de la carretilla eléctrica, se disponen de puertas cortafuego seccional de apertura vertical y automática. La puerta está fabricada en materiales aislantes y proporciona una gran estanqueidad. El acabado es de acero galvanizado con una anchura total de 3 metros y una altura de 2,5 metros.

2.8. Perfiles empleados

A continuación, se describen los perfiles empleados para los diferentes elementos constructivos de la estructura:

- Pilares, pilares intermedios y dinteles: perfil tipo HEB simple
- Montantes: perfil tipo HEB simple
- Cruz de San Andrés: perfil tipo R
- Correas de cubierta: perfil tipo CF
- Correas laterales: perfil tipo #

3. CÁLCULO DE ACCIONES

3.1. Cálculo de las acciones que actúan sobre el pórtico

Lo primero es particularizar las cargas o acciones para el pórtico e indicar que parte de la carga asumirá el pórtico.

Sabemos que la separación entre pórticos es de 4,4 metros, es decir, en nuestra distancia de 44 metros de longitud disponemos de un total de 10 pórticos.

Las cargas se dividen en cargas permanentes y cargas variables (sobrecarga de uso, nieve y viento). Esto será importante a la hora del cálculo de las comprobaciones.

Por tanto, las cargas que actúan sobre el pórtico serán:

3.1.1. Cargas permanentes

Las cargas permanentes, definidas como aquella carga vertical resultante de la suma del peso propio de la estructura más todos los elementos permanentes del edificio (luminarias, falso techo…)

El cerramiento de cubierta supone un peso propio de 30 kg/m^2 como se ha calculado en el apartado 2.1., sin incluir el peso propio de las correas de cubierta.

3.1.2. Carga de nieve

La sobrecarga producida por la nieve se calcula por medio de la tabla 3.8. del CTE, en la cual hay que introducir los datos de emplazamiento pertenecientes a Logroño (La Rioja), cuya altitud sobre el nivel del mar es de 398 m y se encuentra en la Zona II según lo representado en el mapa de la norma.

En el programa, se especifica que su exposición al viento es normal. Esto quiere decir que no es necesario ningún tipo de incremento o reducción del 20% en la carga producida por la nieve.

3.1.3. Carga de viento

Al igual que se ha realizado en la carga de nieve, se completan los datos del CTE DB-SE AE, pertenecientes al mapa D1. Dado que la nave se encuentra en Logroño (La Rioja), se determina que pertenece a la zona eólica B, con una velocidad de viento básica de 27 m/s, un grado de aspereza del entorno único de categoría IV, ya que se encuentra recogida en una zona urbana, industrial o forestal.

3.2. Combinaciones

En la siguiente tabla se indicarán todas las cargas exteriores que actúan sobre la estructura de la nave:

Carga		Descripción
PP		Peso propio
Q		Sobrecarga de uso
V	0º H1	Viento a 0º, presión exterior tipo 1 y sin acción en el interior
	0º H2	Viento a 0º, presión exterior tipo 2 y sin acción en el interior
	90º H1	Viento a 90º, presión exterior tipo 1 y sin acción en el interior
	180º H1	Viento a 180º, presión exterior tipo 1 y sin acción en el interior
	180º H2	Viento a 180º, presión exterior tipo 2 y sin acción en el interior
	270º H1	Viento a 270º, presión exterior tipo 1 y sin acción en el interior
N	EI	Nieve en estado inicial
	R1	Nieve de redistribución 1
	R2	Nieve de redistribución 2

Tabla 1 Descripción de cada carga aplicada en la estructura de la nave respecto a su carga correspondiente

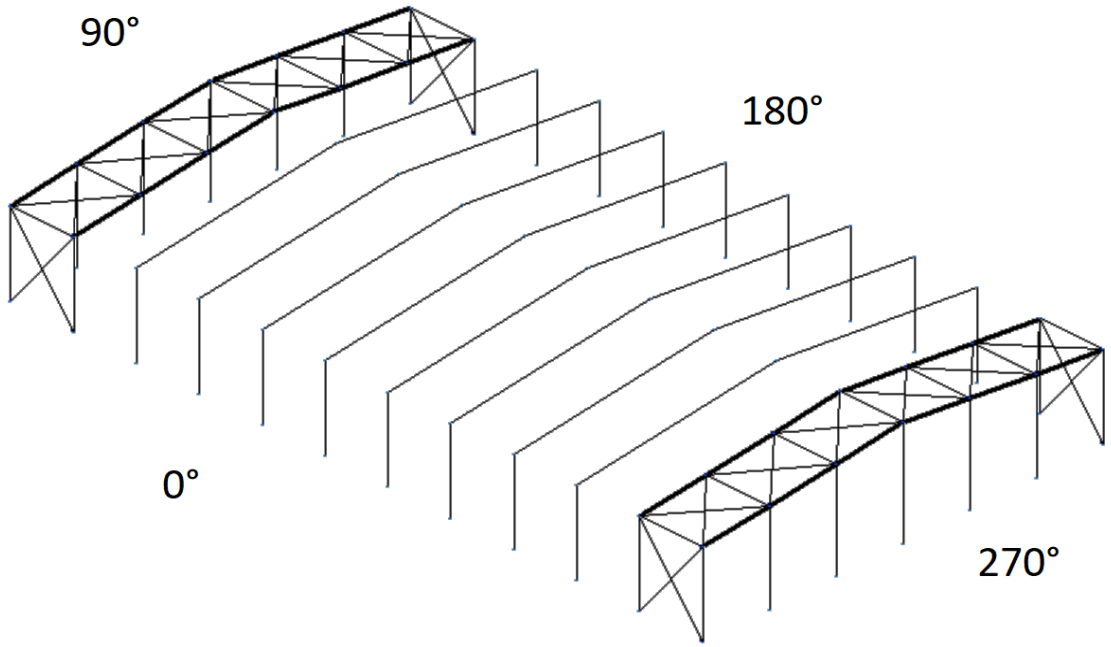


Ilustración 2 Estructura de los elementos constructivos y la orientación de los vientos

En los vientos orientados 90 y 180º, se diferencian las cargas de viento H1 (barlovento) y H2 (sotavento) dado que estas actúan de forma diferente en función de la inclinación de la cubierta. Sin embargo, únicamente se aplica en cada combinación una única carga de viento, estudiándose todas las combinaciones de cada una de estas entre las diferentes cargas.

Tanto en las cargas de viento como en las de nieve, se considera cada hipótesis no combinable entre ellas.

A continuación, se mostrarán todas las 94 combinaciones introducidas en el programa que incluyen todas las cargas y tras lo cual se escogerá la combinación más desfavorable para realizar los cálculos posteriores:

Combinación Nº1. PP
Combinación Nº2. 1.35·PP
Combinación Nº3. 0.8·PP+1.5·V(0°)H1
Combinación Nº4. 1.35·PP+1.5·V(0°)H1
Combinación Nº5. 0.8·PP+1.5·V(0°)H2
Combinación Nº6. 1.35·PP+1.5·V(0°)H2
Combinación Nº7. 0.8·PP+1.5·V(90°)H1
Combinación Nº8. 1.35·PP+1.5·V(90°)H1
Combinación Nº9. 0.8·PP+1.5·V(180°)H1
Combinación Nº10. 1.35·PP+1.5·V(180°)H1
Combinación Nº11. 0.8·PP+1.5·V(180°)H2
Combinación Nº12. 1.35·PP+1.5·V(180°)H2
Combinación Nº13. 0.8·PP+1.5·V(270°)H1
Combinación Nº14. 1.35·PP+1.5·V(270°)H1
Combinación Nº15. 0.8·PP+1.5·N(EI)
Combinación Nº16. 1.35·PP+1.5·N(EI)
Combinación Nº17. 0.8·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº18. 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº19. 0.8·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI)
Combinación Nº20. 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI)
Combinación Nº21. 0.8·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº22. 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº23. 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº24. 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº25. 0.8·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI)
Combinación Nº26. 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI)
Combinación Nº27. 0.8·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº28. 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI)
Combinación Nº29. 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº30. 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº31. 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI)
Combinación Nº32. 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI)
Combinación Nº33. 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº34. 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº35. 0.8·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº36. 1.35·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº37. 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI)
Combinación Nº38. 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI)
Combinación Nº39. 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº40. 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI)
Combinación Nº41. 0.8·PP+1.5·N(R)1
Combinación Nº42. 1.35·PP+1.5·N(R)1

Combinación Nº43. 0.8·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº44. 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº45. 0.8·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)1
Combinación Nº46. 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)1
Combinación Nº47. 0.8·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº48. 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº49. 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº50. 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº51. 0.8·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1
Combinación Nº52. 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1
Combinación Nº53. 0.8·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº54. 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(R)1
Combinación Nº55. 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº56. 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº57. 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)1
Combinación Nº58. 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)1
Combinación Nº59. 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº60. 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº61. 0.8·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº62. 1.35·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº63. 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1
Combinación Nº64. 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1
Combinación Nº65. 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº66. 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)1
Combinación Nº67. 0.8·PP+1.5·N(R)2
Combinación Nº68. 1.35·PP+1.5·N(R)2
Combinación Nº69. 0.8·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº70. 1.35·PP+0.9·V(0°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº71. 0.8·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2
Combinación Nº72. 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2
Combinación Nº73. 0.8·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº74. 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº75. 0.8·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº76. 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº77. 0.8·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)2
Combinación Nº78. 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)2
Combinación Nº79. 0.8·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº80. 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(R)2
Combinación Nº81. 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº82. 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº83. 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2
Combinación Nº84. 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2
Combinación Nº85. 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº86. 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº87. 0.8·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº88. 1.35·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº89. 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2

Combinación Nº90. 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2
Combinación Nº91. 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº92. 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2
Combinación Nº93. 0.8·PP+1.5·Q
Combinación Nº94. 1.35·PP+1.5·Q

4. SOLICITACIONES EN EL PÓRTICO

A continuación, se desarrollan las tablas que contienen los cálculos resueltos de las distintas combinaciones para los pórticos:

4.1. Cálculo de pilares y dinteles para la solicitación más desfavorable

Los valores más desfavorables de axil, cortante y momento en pilares y dinteles son:

	Axil (kN)		Cortante (kN)	Momento (kN m)
Pilares	Tracción	Compresión		
	-	139,29	130,89	368,57
Dinteles	-	139,29	71,45	215,20

Tabla 2 Esfuerzos más desfavorables sobre el pórtico tipo para la combinación más desfavorable

Para evitar disponer de una gran variedad de perfiles diferentes en obra, se unifican, haciendo que las comprobaciones siguientes se realicen sobre un perfil tipo de pilar, pilar intermedio del pórtico hastial, dintel, correas de cubierta y laterales, montantes y cruces de San Andrés.

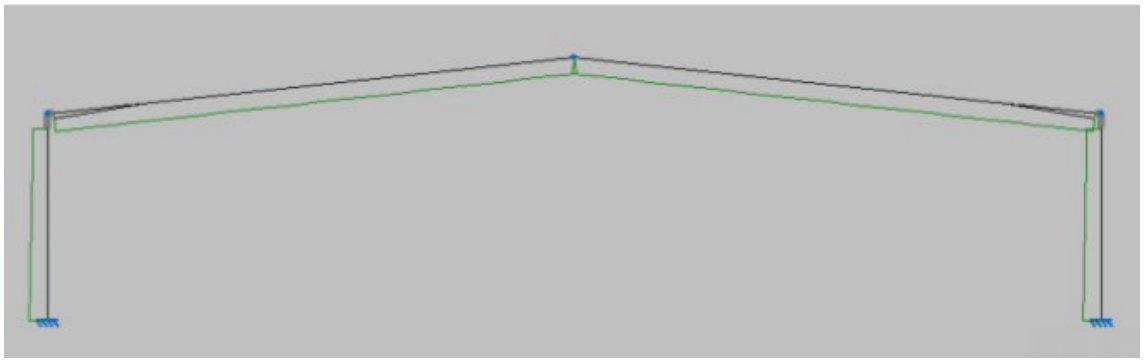


Ilustración 3 Axiles generados en el pórtico más desfavorable

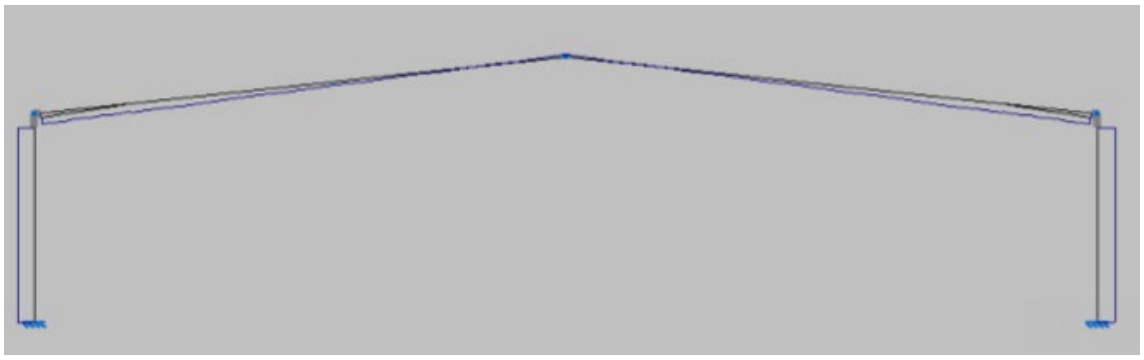


Ilustración 4 Cortantes generados en el pórtico más desfavorable

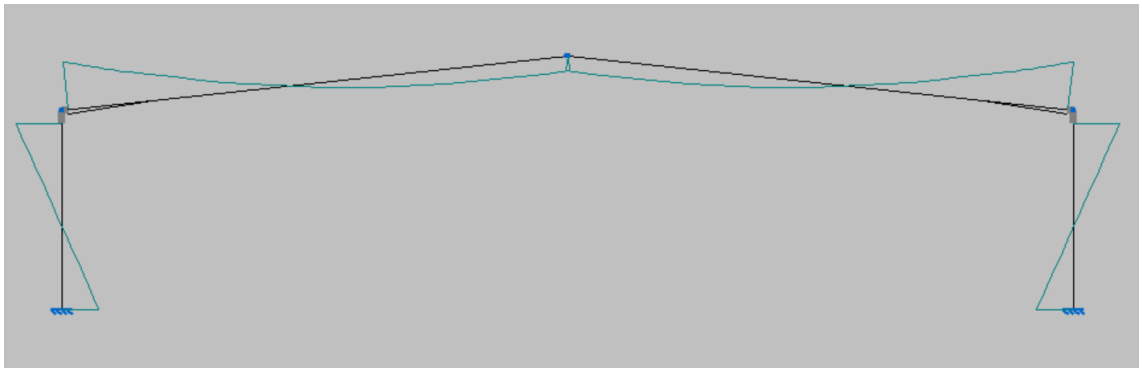


Ilustración 5 Momentos generados en el pórtico más desfavorable

4.1.1. Comprobación ELU del pilar

Se elige un perfil del tipo HE 320 B, el cual dispone de las siguientes características:

- Área (A): 161 cm^2
- h: 320 mm
- b: 300 mm
- t_w: 11,5 mm
- t_f: 20,5 mm
- r: 27 mm
- d: 225 mm
- Peso: 127 kg/m
- I_z: 9.240 cm^4

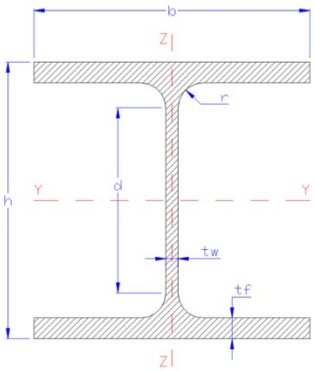
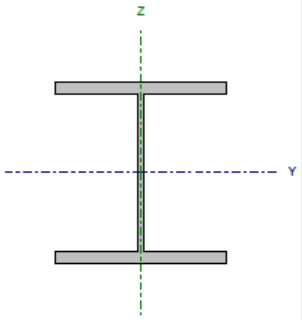


Ilustración 6 Dimensiones del perfil empleado en pilares de los pórticos

Perfil: HE 320 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N1	N2	5.500	161.30	30820.00	9239.00	225.10

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.22	1.33	0.44	0.22
L_K	1.200	7.310	2.400	1.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_YV_Z	M_ZV_Y	
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.107 m η = 0.1	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 7.8	x: 0 m η = 13.0	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 0.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.9	η < 0.1	η = 0.9	x: 0 m η = 2.1	x: 0 m η = 0.7	**CUMPLE** η = 19.9

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_YV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_ZV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.60 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 161.30 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : 2701.33 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : 1218.429 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : 1218.429 t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : 13555.405 t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : 3804.168 t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — **I_y** : 30820.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — **I_z** : 9239.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — **I_t** : 225.10 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — **I_w** : 2069000.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — **L_{ky}** : 7.310 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — **L_{kz}** : 1.200 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — **L_{kt}** : 2.400 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — **i_0** : 15.76 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — **i_y** : 13.82 cm; **i_z** : 7.57 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — **y_0** : 0.00 mm; **z_0** : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **24.26 ≤ 171.71** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	279.00	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	11.50	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	32.09	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	61.50	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2701.33	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ η : **0.003** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 1.082 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 414.975 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	161.30	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	2572.69	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	2701.33	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	1.05	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ η : **0.029** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ η : **0.035** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 12.228 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 414.975 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *347.773* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *161.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2572.69* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2701.33* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : *0.84*
χ_z : *1.00*
χ_T : *0.93*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : *0.75*
ϕ_z : *0.51*
ϕ_T : *0.59*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.34*
α_z : *0.49*
α_T : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: *0.60*
$\bar{\lambda}_z$: *0.18*
$\bar{\lambda}_T$: *0.34*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *1218.429* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *1218.429* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *13555.405* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: *3804.168* t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.743*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 41.088 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 3.989 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 55.287 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{+} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^{+}$: 0.33

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^{-} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}^{-}$: 0.17

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : 548.381 t·m

M_{cr}^{-} : 2013.879 t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTv}^{+} : 250.970 t·m

M_{LTv}^{-} : 501.940 t·m

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

M_{LTw}^{+} : 487.581 t·m

M_{LTw}^{-} : 1950.325 t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y}$: 1926.25 cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 9239.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 225.10 cm4

E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 825688 kp/cm²

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ :	2.400	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- :	1.200	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$:	8.31	cm
	$i_{f,z}^-$:	8.31	cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.171** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 13.115 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 76.833 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 51.73 cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	161.30	cm²
b: Ancho de la sección.	b :	300.00	mm
t_f: Espesor del ala.	t_f :	20.50	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	11.50	mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.	r :	27.00	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	2701.33	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	1.05	

Producido por una versión de estudiante

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \qquad 19.57 < 65.92 \quad ✓$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 19.57

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 13.115 \text{ t} \leq 38.417 \text{ t} \quad ✓$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 13.115 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 76.833 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.769 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.783 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.605 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: 10.611 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: 41.088 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.000 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: 414.975 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: 55.287 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 24.160 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — A : 161.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: 2149.00 cm³; $W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.01

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : 1.00

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_{y,LT}$: 0.78

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00; $C_{m,LT}$: 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : 0.84; χ_z : 1.00

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. — χ_{LT} : 1.00

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: 0.60; $\bar{\lambda}_z$: 0.18

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : 0.60; α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

13.115 t ≤ 38.417 t ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *13.115* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *76.833* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

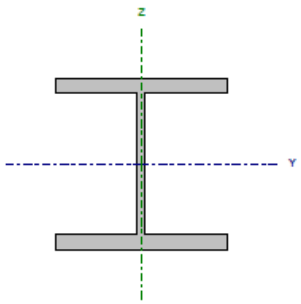
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.1.2. Comprobación ELU de los pilares intermedios

Se elige un perfil del tipo HE 140 B, el cual dispone de las siguientes características:

- Área (A): 26 cm^2
- H: 140 mm
- B: 140 mm
- t_w: 7 mm
- t_f: 12 mm
- r: 12 mm
- d: 92 mm
- Peso: 33.7 kg/m
- I_z: 550 cm^4

Perfil: HE 140 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N61	N55	7.000	43.00	1509.00	549.70	20.06

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.17	0.67	0.34	0.17
L_K	1.200	4.677	2.400	1.200
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N61/N55	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \le \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7 m η = 0.8	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 46.6	x: 7 m η = 2.0	x: 0 m η = 7.8	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 48.9	η < 0.1	M_{tz} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(3)	**CUMPLE η = 48.9**

Notación:
λ: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: *0.91* ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *43.00* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — N_{cr} : *145.748* t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *145.748* t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *806.517* t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: *518.183* t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — I_y : *1509.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : *549.70* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : *20.06* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : *22480.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — L_{ky} : *4.677* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — L_{kz} : *1.200* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — L_{kt} : *2.400* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — i_0 : *6.92* cm

$$i_0 = \left(i_Y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — i_y : *5.92* cm; i_z : *3.58* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **16.57 ≤ 159.27** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	116.00	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	7.00	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	8.12	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	16.80	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2803.26	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$ η : **0.008** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 0.942 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{t,Rd}$: 114.800 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	43.00	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	2669.77	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	2803.26	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	1.05	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ η : **0.033** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ η : **0.050** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 3.767 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 114.800 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *43.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *75.208* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *43.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : *0.66*
χ_z : *0.90*
χ_T : *0.85*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : *1.03*
ϕ_z : *0.62*
ϕ_T : *0.69*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.34*
α_z : *0.49*
α_T : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: *0.91*
$\bar{\lambda}_z$: *0.39*
$\bar{\lambda}_T$: *0.48*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *145.748* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *145.748* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *806.517* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: *518.183* t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : ***0.421*** ✓

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$ η : 0.466 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 2.759 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 2.496 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$ $M_{c,Rd}$: 6.552 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 245.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo **$M_{b,Rd}$** viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}^+$: 5.923 t·m

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd}$$ $M_{b,Rd}^-$: 6.345 t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 245.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$ χ_{LT}^+ : 0.90 χ_{LT}^- : 0.97

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot \left(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right]$$ ϕ_{LT}^+ : 0.70 ϕ_{LT}^- : 0.57

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. α_{LT} : 0.21

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^+ \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ $\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.56

$$\bar{\lambda}_{LT}^- = \sqrt{\frac{W_{pl,y}^- \cdot f_y}{M_{cr}}}$$ $\bar{\lambda}_{LT}^-$: 0.34

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : 21.837 t·m

M_{cr}^- : 60.187 t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTv}^+ : 18.275 t·m

M_{LTv}^- : 36.549 t·m

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

M_{LTw}^+ : 11.955 t·m

M_{LTw}^- : 47.818 t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. — $W_{el,y}$: 215.57 cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 549.70 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 20.06 cm4

E: Módulo de elasticidad. — E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — G : 825688 kp/cm²

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — L_c^+ : 2.400 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — L_c^- : 1.200 m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. — $i_{f,z}^+$: 3.89 cm; $i_{f,z}^-$: 3.89 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : *0.020* ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{+} : *0.063* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{-} : *0.063* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *3.198* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: *119.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : *0.078* ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N61, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *1.587* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *20.223* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *13.12* cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *43.00* cm²

b: Ancho de la sección. — **b** : *140.00* mm

t_f: Espesor del ala. — t_f : *12.00* mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : *7.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. — **r** : *12.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

13.14 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : *13.14*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. — ε : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. — f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.018 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 53.764 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 34.88 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. — **A** : 43.00 cm²

d: Altura del alma. — **d** : 116.00 mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.587 t ≤ 10.112 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 1.587 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd}$: 20.223 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.018 t ≤ 26.882 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.018 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd}$: 53.764 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.433 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.489 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.472 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N61, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: 1.321 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{+}$: 2.759 t·m; $M_{z,Ed}^{+}$: 0.000 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: 114.800 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: 6.552 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 3.198 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — A : 43.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: 245.40 cm³; $W_{pl,z}$: 119.80 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.01

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : 1.00

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_{y,LT}$: 0.99

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00; $C_{m,LT}$: 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : 0.66; χ_z : 0.90

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. — χ_{LT} : 0.90

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: 0.91; $\bar{\lambda}_z$: 0.39

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : 0.60; α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **1.587 t ≤ 10.112 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: 1.587 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: 20.223 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.1.3. Comprobación ELU del dintel

Se elige un perfil del tipo HE 280 B, el cual dispone de las siguientes características:

- Área (A): 131 cm^2
- h: 280 mm
- b: 280 mm
- t_w: 10,5 mm
- t_f: 18 mm
- r: 24 mm
- d: 196 mm
- Peso: 103 kg/m
- I_z: 6.590 cm^4

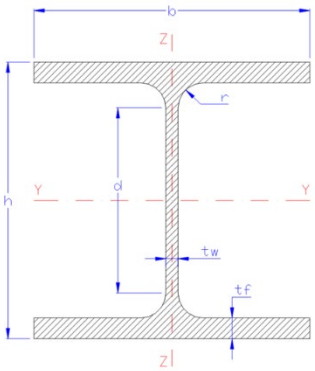
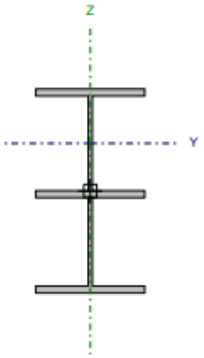


Ilustración 7 Dimensiones del perfil empleado en dinteles de los pórticos

Se emplea un perfil simple con cartelas para reducir las dimensiones de éste y soportar su misma carga.

Para pórticos (sin elementos frágiles susceptibles de fallar en los cerramientos, fachada y cubierta), la Instrucción de Acero Estructural (EAE) y el CTE en España recomiendan unos límites de flecha vertical de L/300, siendo esta la empleada como limitación de flecha en dinteles.

Perfil: HE 280 B, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.35 m.)
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas[1]					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[2] (cm4)	I_z[2] (cm4)	I_t[3] (cm4)	y_g[4] (mm)	z_g[4] (mm)
N2	N64	4.697	205.69	76680.76	9890.00	206.91	0.00	122.78

Notas:
[1] Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N2)
[2] Inercia respecto al eje indicado
[3] Momento de inercia a torsión uniforme
[4] Coordenadas del centro de gravedad

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
λ	0.32	3.22	0.32	0.32
L_K	1.500	15.105	1.500	1.500
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
λ: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)																Estado
	λ_{ef}	σ_{ala}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_zV_y$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N64	x: 2.51 m $\lambda_{ef} \leq 2.0$ Cumple	x: 0.161 m $\sigma_{ala} \leq \sigma_{Pandeo}$ Cumple	x: 4.697 m η = 0.3	x: 2.512 m η = 1.2	x: 2.512 m η = 3.8	x: 4.697 m η = 0.7	x: 4.697 m η = 2.8	x: 0.161 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.512 m η = 4.3	η < 0.1	x: 2.512 m η = 1.9	x: 4.697 m η = 2.8	x: 0.161 m η < 0.1		**CUMPLE** **η = 4.3**

Notación:
λ_{ef}: Limitación de esbeltez
σ_{ala}: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_zV_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: *1.41* ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *131.40* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2701.33* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — N_{cr} : *178.680* t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *178.680* t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *6192.732* t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: *5993.273* t

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — I_y : *19270.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : *6595.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : *143.70* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : *1130000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : *825688* kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — L_{ky} : *15.095* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — L_{kz} : *1.500* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — L_{kt} : *1.500* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — i_0 : *14.03* cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — i_y : *12.11* cm; i_z : *7.08* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

48.01 ≤ 243.64 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	504.13	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	10.50	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	52.93	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	50.40	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2701.33	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.007** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 2.444 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 338.052 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 131.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.042** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : **0.111** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.349 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 14.215 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$ — $N_{c,Rd}$: 338.052 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 131.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ — $N_{b,Rd}$: 127.694 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 131.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : 0.38
χ_z : 0.98
χ_T : 0.98

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : 1.70
ϕ_z : 0.54
ϕ_T : 0.54

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34
α_z : 0.49
α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: 1.41
$\bar{\lambda}_z$: 0.24
$\bar{\lambda}_T$: 0.24

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : 178.680 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 178.680 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 6192.732 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: 5993.273 t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.552 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.351 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : 2.095 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.351 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : 21.789 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 39.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1534.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: 0.22

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr} : 824.394 t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y}$: 1376.43 cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 6595.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 143.70 cm4

E: Módulo de elasticidad. E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	825688	kp/cm²
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ :	1.500	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- :	1.500	m
C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 :	1.00	
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$:	7.76	cm
	$i_{f,z}^-$:	7.76	cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.137** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.056 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — **V_{Ed}** : 6.997 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 51.234 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — **A_v** : 34.49 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **f_{yd}** : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : 2701.33 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M0}** : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

18.67 < **65.92** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — **λ_w** : 18.67

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — **$\lambda_{máx}$** : 65.92

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. — **ε** : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. — **f_{ref}** : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **8.605 t ≤ 42.120 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *8.605* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *84.239* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.593 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.710 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.506 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.351 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: 13.968 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^-$: 21.789 t·m; $M_{z,Ed}^+$: 0.000 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: 338.052 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: 39.465 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 18.462 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : 131.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: 1534.00 cm³; $W_{pl,z}$: 717.60 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2572.69 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2701.33 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z, $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.09

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : 0.99

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_{y,LT}$: 0.84

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00; $C_{m,LT}$: 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : 0.38; χ_z : 0.98

χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral. — χ_{LT} : 1.00

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: 1.41; $\bar{\lambda}_z$: 0.24

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : 0.60; α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **8.605 t ≤ 42.120 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *8.605* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *84.239* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

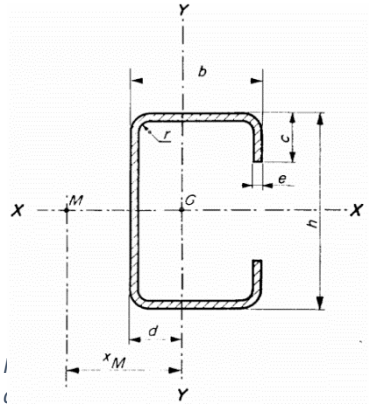
4.1.4. Comprobación ELU de las correas de cubierta

Las correas de cubierta se calculan con una flecha límite de L/300, siendo el más restrictivo, favoreciendo la seguridad de la nave, ya que indica la máxima deformación que admite la correa. Éstas se van a encontrar apoyadas sobre tres vanos, ayudando a que su flecha disminuya. Por último, la fijación utilizada es de tipo rígido para que las cargas se soporten con mayor facilidad, reduciendo el giro que pueden realizar las correas y evitar que se dé pandeo lateral.

Se disponen de un total de 20 correas de cubierta las cuales tienen un peso lineal de 122,5 kg/m y un peso superficial de 4,38 kg/m^2.

Se elige un perfil del tipo CF-140x3.0, el cual dispone de las siguientes dimensiones:

- h: 140 mm
- b: 50 mm
- c: 20 mm
- e: 3.0 mm
- r: 3.0 mm
- d: 164 mm
- Peso: 6,12 kg/m



empleado en las

Perfil: CF-140x3.0
Material: S275

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)	y_s [3] (mm)	z_s [3] (mm)
0.746, 39.600, 5.580	0.746, 35.200, 5.580	4.400	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04	0.00

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*
[3] *Coordenadas del centro de gravedad*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	4.400	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	
ésima en cubierta	b / t ≤ (b / t)$_{máx.}$ Cumple	N.P.[1]	N.P.[2]	N.P.[3]	x: 0 m η = 46.7	N.P.[4]	N.P.[5]	N.P.[6]	x: 0 m η = 8.7	N.P.[7]	N.P.[8]	N.P.[9]	N.P.[10]	**CUMPLE η = 46.7**

ación:
b / t: Relación anchura / espesor
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión. Eje Y
M_z: Resistencia a flexión. Eje Z
M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial
V_y: Resistencia a corte Y
V_z: Resistencia a corte Z
$N_tM_yM_z$: Resistencia a tracción y flexión
$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión
$M_tNM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.*
[2] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
[3] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
[4] *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
[5] *La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.*
[6] *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
[7] *No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[8] *No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[9] *No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[10] *La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

h/**t** ≤ 250 — h / t : 42.7 ✓

- - - - - — b / t : 12.7 ✓

c/**t** ≤ 30 — c / t : 4.7 ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

0.2 ≤ **c**/**b** ≤ 0.6 — c / b : 0.368

Donde:

h: Altura del alma.	h :	128.00	mm
b: Ancho de las alas.	b :	38.00	mm
c: Altura de los rigidizadores.	c :	14.00	mm
t: Espesor.	t :	3.00	mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : *0.467* ✓

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{+}$: *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.746, 39.600, 5.580, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(R) 2 + 0.90*V(0°) H2.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^{-}$: *0.400* t·m

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$M_{c,Rd}$: *0.856* t·m

Donde:

W_{el}: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. W_{el} : *32.07* cm³

f_{yb}: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_{yb} : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

η : *0.087* ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.746, 39.600, 5.580, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(R) 2 + 0.90*V(0°) H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.545* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin\phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$: *6.242* t

Donde:

h_w: Altura del alma. h_w : *134.36* mm

t: Espesor. t : *3.00* mm

ϕ: Ángulo que forma el alma con la horizontal. ϕ : *90.0* grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$ f_{bv} : *1625.89* kp/cm²

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$\bar{\lambda}_w$: *0.56*

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_{yb} : *2803.26* kp/cm²

E: Módulo de elasticidad. E : *2140672.78* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

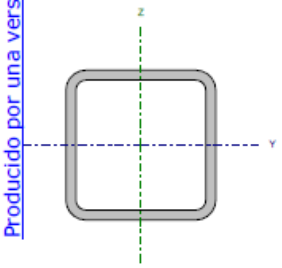
Por tanto, con lo visto anteriormente, el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento de resistencia del 46,72% y un aprovechamiento a flecha de 73,25%.

4.1.5. Comprobación ELU de las correas laterales

Se elige un perfil tipo # 75x10.48. Las correas laterales se calculan con una flecha límite de L/300, siendo el más restrictivo, favoreciendo la seguridad de la nave, ya que indica la máxima deformación que admite la correa. Éstas se van a encontrar apoyadas sobre tres vanos, ayudando a que su flecha disminuya. Por último, la fijación utilizada es de tipo rígido para que las cargas se soporten con mayor facilidad, reduciendo el giro que pueden realizar las correas y evitar que se dé pandeo lateral.

Se disponen de un total de 10 correas laterales las cuales tienen un peso lineal de 104,73 kg/m y un peso superficial de 3,74 kg/m^2.

Perfil: # 75x10.48
Material: S275



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
0.000, 48.400, 0.600	0.000, 44.000, 0.600	4.400	13.34	105.65	105.65	176.95

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	4.400	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
pésima en lateral	N.P.(1)	x: 0.733 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Rd} = 0.00 N.P.(2)	N_{Rd} = 0.00 N.P.(3)	x: 4.4 m η = 24.8	M_{Rd} = 0.00 N.P.(5)	x: 4.4 m η = 3.3	V_{Rd} = 0.00 N.P.(6)	x: 0.733 m η < 0.1	N.P.(8)	N.P.(7)	N.P.(9)	M_{Rd} = 0.00 N.P.(10)	N.P.(12)	N.P.(13)	**CUMPLE η = 24.8**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(10) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

13.00 ≤ 301.61 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	65.00	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	5.00	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	6.50	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	3.75	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	E :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2803.26	kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.248** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 44.000, 0.600, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : 0.243 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 0.983 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.	Clase :	1	
$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.	$W_{pl,y}$:	36.81	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	2669.77	kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	2803.26	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	1.05	

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.033 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 44.000, 0.600, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.329 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 10.019 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 6.50 cm²

$$A_V = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma. — d : 65.00 mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : 5.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

13.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : 13.00

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. — ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. — f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \qquad 0.157\ t \leq 5.010\ t \ \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.733 m del nudo 0.000, 48.400, 0.600, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.157 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 10.019 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Por tanto, con lo visto anteriormente, el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento de resistencia del 24,78% y un aprovechamiento a flecha de 78,36%.

4.1.6. Comprobación ELU de las vigas contraviento

Para las vigas contraviento o cruces de San Andrés, se emplean dos tipos de perfiles dependiendo de los nudos que conecte y su localización.

Por un lado, se encuentran los perfiles del tipo R-10, el cual dispone de las siguientes dimensiones:

- d: 10 mm
- u: 31,4 mm
- Peso: 6,1 kg/m

En los nudos de las zonas que necesiten mayor estabilidad frente al viento, se dispondrán de perfiles tipo R-14 con las siguientes características:

- d: 14 mm
- u: 44,0 mm
- Peso: 11,9 kg/m

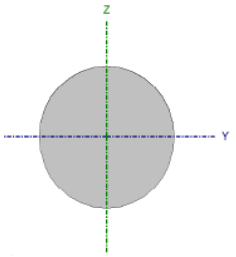
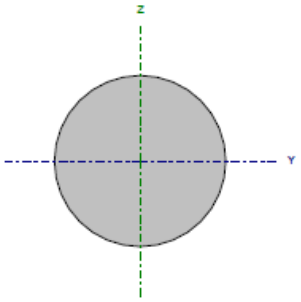


Ilustración 9 Dimensiones del perfil escogido para las vigas contraviento

Las comprobaciones ELU de las vigas contraviento de tipo de perfil R-10 son las siguientes:

Perfil: R 10
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N65	N50	6.428	0.79	0.05	0.05	0.10

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N65/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 28.8	N_{ed} = 0.00 N.P.[1]	M_{ed} = 0.00 N.P.[2]	M_{ed} = 0.00 N.P.[3]	V_{ed} = 0.00 N.P.[4]	V_{ed} = 0.00 N.P.[5]	N.P.[6]	N.P.[6]	N.P.[6]	N.P.[6]	M_{ed} = 0.00 N.P.[7]	N.P.[8]	N.P.[8]	**CUMPLE η = 28.8**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
[2] La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
[3] La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
[4] No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[5] No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[6] No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
[7] La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
[8] No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$ < ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *0.79* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.288 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 0.604 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 2.097 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 0.79 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

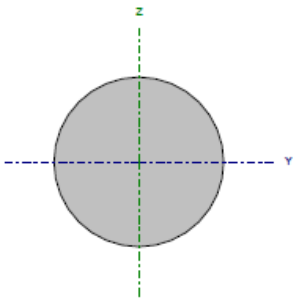
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Por otro lado, las comprobaciones ELU para el perfil del tipo R-14 serán:

Perfil: R 14
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N51	N47	7.043	1.54	0.19	0.19	0.38

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y		
N51/N47	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 64.5	N_{sd} = 0.00 N.P.(1)	M_{sd} = 0.00 N.P.(2)	M_{sd} = 0.00 N.P.(3)	V_{sd} = 0.00 N.P.(4)	V_{sd} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	N.P.(6)	N.P.(6)	M_{sd} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)		**CUMPLE η = 64.5**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
*(7) **La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.***
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$ < *0.01* ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *1.54* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : *0.645* ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *2.651* t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: *4.110* t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *1.54* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

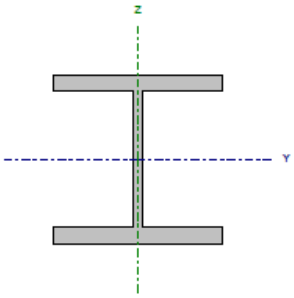
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.1.7. Comprobación ELU de los montantes

Los montantes emplearán un perfil escogido de tipo HE 100 B para que cumplan las solicitaciones pertinentes.

Perfil: HE 100 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N47	N52	4.400	26.00	449.50	167.30	9.25

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.53	0.70	0.00	0.00
L_K	2.328	3.073	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)																Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y		
N47/N52	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,lim}$ Cumple	N_{Rd} = 0.00 N.P. (1)	η = 5.9	x: 0 m η = 11.6	x: 4.4 m η = 5.4	x: 4.4 m η = 1.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.9	η < 0.1	η = 0.5	x: 4.4 m η = 1.3	η = 0.1		**CUMPLE η = 19.9**

Notación:
λ̄: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_z: Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.06 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : 26.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — N_{cr} : 65.211 t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 100.573 t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 65.211 t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — I_y : 449.50 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 167.30 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 9.25 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : 3380.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — L_{ky} : 3.073 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — L_{kz} : 2.328 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — L_{kt} : 0.000 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — i_0 : 4.87 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — i_y : 4.16 cm; i_z : 2.54 cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — y_0 : 0.00 mm; z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$ **13.33 ≤ 158.72** ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w :	80.00	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w :	6.00	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	4.80	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	10.00	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	0.30	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	2140673	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	2803.26	kp/cm²

Siendo:

$$\tau_{yf} = \tau_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$ η : **0.030** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$ η : **0.059** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 2.064 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$ $N_{c,Rd}$: 69.414 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$ $N_{b,Rd}$: 35.226 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

χ_y : 0.69

χ_z : 0.51

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

ϕ_y : 0.97

ϕ_z : 1.27

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: 0.85

$\bar{\lambda}_z$: 1.06

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : 65.211 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 100.573 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 65.211 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.116 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : 0.267 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : 0.324 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ — $M_{c,Rd}$: 2.782 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,y}$: 104.20 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.054 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{+} : 0.074 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^{-} : 0.072 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 1.373 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: 51.42 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.013 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.186 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 13.873 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 9.00 cm²

$$A_V = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : 26.00 cm²

b: Ancho de la sección. — **b** : 100.00 mm

t_f: Espesor del ala. — t_f : 10.00 mm

t_w: Espesor del alma. — t_w : 6.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. — **r** : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$ **9.33 < 64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 9.33

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. ε : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$ η : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.033 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$ $V_{c,Rd}$: 32.678 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 21.20 cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 26.00 cm²
d: Altura del alma. **d** : 80.00 mm
t_w: Espesor del alma. t_w : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.185 t ≤ 6.936 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.185* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *13.873* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$ **0.033 t ≤ 16.339 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.033* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *32.678* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.199 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.197 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.188 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: 2.064 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}$: 0.324 t·m; $M_{z,Ed}$: 0.073 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: 69.414 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: 2.782 t·m; $M_{pl,Rd,z}$: 1.373 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — A : 26.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: 104.20 cm³; $W_{pl,z}$: 51.42 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.03

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : 1.08

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: 1.00; $C_{m,z}$: 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : 0.69; χ_z : 0.51

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: 0.85; $\bar{\lambda}_z$: 1.06

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : 0.60; α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$ **0.185 t ≤ 6.931 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.185* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *13.863* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$ η : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)2.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.001* t·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$ $\mathbf{M_{T,Rd}}$: *0.143* t·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *9.25* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.013 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.186 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 13.869 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{pl,Rd}$: 13.873 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. — $\tau_{T,Ed}$: 0.87 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. — W_T : 9.25 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 0.033 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 32.655 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{pl,Rd}$: 32.678 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. — $\tau_{T,Ed}$: 2.71 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. — W_T : 9.25 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

4.2. Características mecánicas de los perfiles empleados

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	225.10
		2	HE 280 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 2.35 m.	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70
		3	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.06
		4	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.25
		5	R 14, (R)	1.54	1.39	1.39	0.19	0.19	0.38
		6	R 10, (R)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 3 Resumen de las características mecánicas de los perfiles utilizados

5. CIMENTACIÓN

Antes de calcular las dimensiones de las zapatas y las vigas de atado que van a unirlas, en el *software* se marca la opción de añadir unos 10 cm de hormigón de limpieza para disminuir la cantidad de hormigón armado que van a componer las zapatas.

La forma geométrica de las zapatas empleadas va a depender de su situación en la nave, ya que las que forman parte de los pórticos hastiales van a ser cuadradas para ayudar a soportar las cargas que aparecen en todas sus direcciones. En cambio, el resto de zapatas que forman los pórticos intermedios va a disponerse en forma rectangular, ya que las mayores cargas que van a soportar son los momentos flectores.

Además, una vez dimensionadas con el programa, se va a proceder a unificarlas en profundidad, encontrándose todas a la misma altura, es decir, con 85 cm de profundidad.

El tipo de hormigón empleado para las zapatas de cimentación y el muro perimetral de atado es HA-25, y el tipo de acero empleado para las armaduras es B-500S.

5.1. Descripción de las zapatas empleadas

Los pórticos hastiales dispondrán de zapatas cuadradas de 200 x 200 cm de dimensión con unas armaduras principal y secundaria de 8Ø16c/26. Se emplean zapatas cuadradas dado que están expuestos a esfuerzos en ambos ejes a causa del viento.

En el caso de los pórticos intermedios, excluyendo a los segundos pórticos, dado que solo tiene esfuerzos en el mismo eje, se disponen de zapatas rectangulares centradas con unas dimensiones de 245 x 360 cm con una armadura principal de 14Ø16c/26 y una armadura secundaria de 9Ø16c/26.

Los segundos pórticos, los cuales están vinculados al pórtico hastial mediante montantes y cruces de San Andrés, requieren de zapatas de diferentes dimensiones según el cálculo de resistencias recibido por el programa. En este caso, se emplearán zapatas rectangulares centradas de 235 x 340 cm y una armadura principal de 14Ø16c/26 y una armadura secundaria de 9Ø16c/26.

Por último, los pilares intermedios también están sometidos a los esfuerzos en la misma dirección que los pórticos hastiales, por lo que también dispondrán de zapatas cuadradas, pero de menores dimensiones. Estas miden 205 x 205 cm y tendrán armadura principal y secundaria de 8Ø16c/26.

Los pernos de acero B-400S son colocados en la unión del pilar con la zapata, serán de barras roscadas con placas de anclaje atornillada y acabados en pata de 90º para mayor sujeción.

Las placas de anclaje estarán construidas en acero S-275JR midiendo la instalada en los pilares de los pórticos 65x70x3 cm y la de los pilares intermedios 35x35x1,5 cm. En ambos casos se dispondrá de rigidizadores de 10 mm de espesor.

La tensión máxima en las condiciones más desfavorables que se ejerce sobre terreno a la profundidad de 0,85 metros, siendo esta la profundidad donde se apoyan las zapatas, se muestran en la siguiente tabla:

Zapata	Tensión máxima en situaciones persistentes con viento (kp/cm^2)
Pórticos hastiales	2,5
Pórticos anexos a los hastiales	2,5
Pórticos intermedios	2,5
Pilares intermedios	2,5

Tabla 4 Tensión máxima sobre terreno para las diferentes zapatas

5.2. Comprobaciones de resistencia de las zapatas

A continuación, se desarrollan los cálculos de cumplimiento de las comprobaciones de cada zapata aportada por el programa. Dado que las zapatas del mismo elemento tienen las mismas características y comprobaciones, únicamente se muestra una zapata tipo para cada uno.

5.2.1. Comprobación de las zapatas de los pórticos hastiales

Referencia: N3 Dimensiones: 200 x 200 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.331 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.363 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.81 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 42.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 106.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.17 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.64 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 2.96 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 75 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 200 x 200 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2.1. Comprobación de las zapatas de los segundos pórticos

Referencia: N8 Dimensiones: 235 x 340 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 1.117 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 2.253 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 2.329 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 326.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 26.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.90 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 26.59 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.09 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.74 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 7.46 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N8:	Mínimo: 75 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N8 Dimensiones: 235 x 340 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2.2. *Comprobación de las zapatas de los pórticos intermedios*

Referencia: N13 Dimensiones: 245 x 360 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.952 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 1.708 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 1.905 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X [1]		No procede

Referencia: N13 Dimensiones: 245 x 360 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.* (1) *Sin momento de vuelco*	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.75 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 26.93 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.15 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.43 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 7.51 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 75 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N13 Dimensiones: 245 x 360 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 80 cm	Cumple
CYPE Se cumplen todas las comprobaciones		

5.2.1. *Comprobación de las zapatas de los pilares intermedios*

Referencia: N72 Dimensiones: 205 x 205 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.293 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.305 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.464 kp/cm²	Cumple

Referencia: N72 Dimensiones: 205 x 205 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 7998.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 148.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.93 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.46 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.28 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.88 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 4.69 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N72:	Mínimo: 30 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		

Referencia: N72 Dimensiones: 205 x 205 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

5.3. Comprobación de resistencia de la viga de atado

Las vigas de atado son un elemento constructivo de cimentación cuya función es la unión de las zapatas, aumentando notablemente la estabilidad. Además, también ayuda al soporte de los cerramientos exteriores. En este caso, no soporta una carga excesiva dado que las zapatas diseñadas no soportan cargas excéntricas.

A continuación, se muestran las comprobaciones de la viga de atado aportadas por el programa:

Referencia: C.1 [N3-N8] (Viga de atado) Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm Armadura superior: 2Ø12 Armadura inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

6. CÁLCULO DE MEDICIONES DE MATERIALES

A continuación, se desarrolla la medición de pesos totales de los perfiles en la nave y el volumen de hormigón y peso de acero de las zapatas de cimentación:

6.1. Peso total de acero en los perfiles

<u>Perfiles tipo HE 280 B simple con cartela inicial inferior de 2,35 metros de los dinteles</u>

14,08 m · 2 dinteles/pórtico · 11 pórticos · 103 kg/m = 31.905,3 kg

<u>Perfiles tipo HE 140 B de los pilares intermedios del pórtico hastial</u>

7,00 m · 10 pilares intermedios · 37,7 kg/m = 2.639 kg

<u>Perfiles tipo HE 320 B de los pilares de los pórticos</u>

5,50 m · 2 pilares/pórtico · 11 pórticos · 127 kg/m = 1.397 kg

<u>Perfiles tipo CF 140x3.0 de las correas de cubierta</u>

2 faldones · 10 correas/faldón · 12,25 kg/m correa · 44 m = 9.152kg

<u>Perfiles tipo # 75x10.48 de las correas laterales</u>

2 fachadas · 5 correas/fachada · 10,4 kg/m correa · 44 m = 4.576 kg

Perfiles tipo R 10 de las cruces de San Andrés

6,44 m · 16 cables · 6,1 kg/m cable = 628,1 kg

Perfiles tipo R 14 de las cruces de San Andrés

7,0 m · 16 cables · 11,9 kg/m cable = 1.332,8 kg

Perfiles HE 100 B de los montantes

4,40 m · 14 montantes · 20,0 kg/m montante = 1.232,0 kg

Peso total de acero

31.905,3 kg + 2.639 kg + 1.397 kg + 9.152 kg + 4.576 kg + 628,1 kg + 1.332,8 kg + 1.232,0 kg = **52.862,2 kg**

Peso de acero por unidad de superficie de la nave

$\frac{52.862,2\ kg}{1.232\ m^2}$ = 42,9 kg/m^2

6.2. Volumen de hormigón a utilizar en las zapatas de cimentación

Peso de hormigón de limpieza para zapatas de los pórticos hastiales

$P = (a \cdot b\ \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2 · 2 · 0,1) m · $30\ kN/m^3$· 4 zapatas · 10 kN/kg = 480 kg

Peso de hormigón de limpieza para zapatas de los pilares intermedios

$P = (a \cdot b\ \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,05 · 2,05 · 0,1) m · $30\ kN/m^3$· 10 zapatas · 10 kN/kg = 1.279,2 kg

Peso de hormigón de limpieza para zapatas de los segundos pórticos

$P = (a \cdot b\ \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,35 · 3,40 · 0,1) m · $30\ kN/m^3$· 4 zapatas · 10 kN/kg = 958,8 kg

Peso de hormigón de limpieza para zapatas de los pórticos intermedios

$P = (a \cdot b\ \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,45 · 3,60 · 0,1) m · $30\ kN/m^3$· 14 zapatas · 10 kN/kg = 3.704,4 kg

Peso de hormigón para zapatas de los pórticos hastiales

$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2 · 2 · 0,85) m · $30\ kN/m^3$· 4 zapatas · 10 kN/kg = 4.080 kg

Peso de hormigón para zapatas de los pilares intermedios

$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,05 · 2,05 · 0,85) m · $30\ kN/m^3$· 10 zapatas · 10 kN/kg = 10.716,4 kg

Peso de hormigón para zapatas de los segundos pórticos

$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,35 · 3,40 · 0,85) m · $30\ kN/m^3$· 4 zapatas · 10 kN/kg = 8.150,0 kg

Peso de hormigón para zapatas de los pórticos intermedios

$P = (a \cdot b \cdot h) \cdot 30\ kN/m^3$ = (2,45 · 3,60 · 0,85) m · $30\ kN/m^3$· 14 zapatas · 10 kN/kg = 31.487,4 kg

Volumen total de hormigón a utilizar en las zapatas de cimentación

Volumen de hormigón de limpieza para las zapatas = 0,4 m^3 + 0,4 m^3 + 0,9 m^3 + 0,8 m^3 = 2,5 m^3

Volumen de hormigón para las zapatas = 3,4 m^3 + 3,6 m^3 + 7,5 m^3 + 6,8 m^3 = 21,3 m^3

Volumen total de hormigón = 2,5 m^3 + 21,3 m^3 = 23,8 m^3

6.3. Peso total de acero a utilizar en las zapatas de cimentación

El acero que se emplea en las zapatas tiene una densidad de 7.850 kg/m^3 o 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3.

Placas de anclaje de los pórticos

Las placas de anclaje de los pilares de los pórticos intermedios tienen unas dimensiones de 650 mm de largo, 700 mm de ancho con 30 mm de espesor.

65 cm · 70 cm · 3,0 cm · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 · 18 zapatas = 1.928,7 kg

Placas de anclaje de pilares intermedios

Las placas de anclaje de los pilares intermedios tienen unas dimensiones de 350 mm de largo, 350 mm de ancho con 15 mm de espesor.

35 cm · 35 cm · 1,5 cm · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 · 10 zapatas = 144,2 kg

Pernos de anclaje de los pórticos

Las placas de anclaje de los pilares de todos los pórticos de la estructura están sujetas por 8 pernos de 32 mm de diámetro y 75 cm de profundidad y 16 cm de pata.

$Ø^2$ · π · 60 · nº pernos · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} = 2^2 cm · π · 60 · 4 pernos/zapata · 4 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 4.632,5 kg

Pernos de anclaje de los pilares intermedios

Las placas de anclaje de los pilares intermedios están sujetas por 8 pernos de 16 mm de diámetro y 30 cm de profundidad, sin necesidad de pata.

$Ø^2$ · π · 60 · nº pernos · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} = $1,6^2$ cm · π · 60 · 8 pernos/zapata · 10 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 643,4 kg

Armadura principal de las zapatas de los pórticos hastiales

La armadura principal de los pilares de los pórticos hastiales dispone de 8 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 35,7 cm · $1,6^2$ cm · π · 16 barras/zapatas · 4 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 144,2 kg

Armadura principal de las zapatas de los pórticos intermedios

La armadura principal de los pilares de los pórticos intermedios dispone de 14 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 65,8 cm · $1,6^2$ cm · π · 28 barras/zapatas · 14 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 =
1.628,4 kg

Armadura principal de las zapatas de los pilares intermedios

La armadura principal de los pilares intermedios dispone de 8 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 33,6 cm · $1,6^2$ cm · π · 16 barras/zapatas · 10 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 339,4 kg

Armadura principal de las zapatas de los segundos pórticos

La armadura principal de los segundos pórticos dispone de 13 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 59,0 cm · $1,6^2$ cm · π · 26 barras/zapatas · 4 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 387,4 kg

Armadura secundaria de las zapatas de los pórticos hastiales

La armadura secundaria de los pilares de los pórticos hastiales dispone de 8 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 35,7 cm · $1,6^2$ cm · π · 16 barras/zapatas · 4 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 144,2 kg

Armadura secundaria de las zapatas de los pórticos intermedios

La armadura secundaria de los pilares de los pórticos intermedios dispone de 9 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 63,0 cm · $1,6^2$ cm · π · 18 barras/zapatas · 14 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 1.002,3 kg

Armadura secundaria de las zapatas de los pilares intermedios

La armadura secundaria de los pilares intermedios dispone de 8 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · $Ø^2$ (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 33,6 cm · $1,6^2$ cm · π · 16 barras/zapatas · 10 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 339,4 kg

Armadura secundaria de las zapatas de los segundos pórticos

La armadura secundaria de los segundos pórticos dispone de 9 barras de 16 mm de diámetro por parrilla.

L (cm) · Ø^2 (cm) · π · nº barras/zapatas · nº zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 59,4 cm · 1,6^2 cm · π · 18 barras/zapatas · 4 zapatas · 7,85 · 10^{-3} kg/cm^3 = 270,0 kg

6.4. Resumen de los materiales

Peso total de acero en perfiles	52.862,2 kg
Peso total de acero de las placas de anclaje	2.072,9 kg
Peso total de acero de los pernos	5.275,9 kg
Peso total de acero de las armaduras	2.182,2 kg
Volumen de hormigón en las zapatas de cimentación	23,8 m^3

Tabla 5 Resumen de los materiales empleados en el cálculo de obra civil

7. URBANIZACIÓN

La industria dispone de una superficie de parcela total de 3.250 m^2, de los cuales 1.232 m^2 ocupará la construcción del edificio y 2.018 m^2 será pavimentado, ajardinado o preparado para movimiento de vehículos.

Por tanto, se dispone de:

- 3.250 m^2 de parcela
- 1.232 m^2 de zona construida
- 300 m^2 de zona ajardinada
- El resto será zona pavimentada

7.1. Viales de acceso y maniobra

La parcela dispondrá de una entrada y una salida de vehículos y para camiones. Se ha diseñado la zona pavimentada anexa a la fachada de carga y descarga de los camiones con suficiente amplitud para permitir la entrada simultánea de dos camiones y que sea posible las maniobras necesarias.

La puerta de entrada y salida de vehículos mide 10 metros y será una puerta corredera automática sobre raíles.

7.2. Aparcamiento de visitas y trabajadores

En la zona pavimentada anexa a la fachada opuesta de carga y descarga, se sitúan los aparcamientos de visitas y trabajadores, distinguidos unos de otros.

En el caso de los aparcamientos de visitas, se dispondrán un total de 10 plazas de aparcamiento, próximas a la entrada por oficinas. Una de estas será una plaza de aparcamiento para personas con movilidad reducida, la cual cumple los requisitos de

dimensiones y accesibilidad que permitan un fácil uso y de manera autónoma a personas con deficiencia en la movilidad.

En el caso de los aparcamientos de trabajadores, se dispondrán un total de 9 plazas de aparcamiento.

Las plazas de aparcamiento tendrán unas dimensiones de 2,2 x 4,5 metros, a excepción de la plaza de aparcamiento para personas con movilidad reducida, la cual tendrá unas dimensiones mínimas de 5 metros de longitud y 2,2 metros de ancho, además de disponer de una zona de transferencia lateral de 1,5 metros como mínimo.

7.3. Zonas ajardinadas

Las zonas ajardinadas se componen de un total de 16 robles de hoja persistente *Quercus robur* con el cepellón escayolado y 27 arbustos de hoja persistente *Ligustrum japonicum* de 0,60 – 0,80 metros de altura situados en la zona ajardinada, todos ellos distribuidos según se indica en el plano correspondiente a la urbanización.

Anejo Nº8
Instalación de saneamiento y de aguas pluviales

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrollan los cálculos de dimensionamiento de la red de aguas de saneamiento y aguas pluviales.

Todos los métodos y procedimientos de cálculo se realizan en base al Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) para la evacuación de aguas.

El agua proveniente de la acumulación de esta en la cubierta o pavimentos exteriores de la industria, es llevada a los desagües gracias a unas pendientes sobre las superficies que formarán la red de aguas pluviales.

Esta red de aguas está suministrada por el agua que se va acumulando en la nave, tanto en la cubierta como en la zona pavimentada, por la lluvia, la nieve o el granizo.

Las redes de saneamiento de la planta se evacuan a través de las propias redes del polígono en el que se sitúa la industria para proceder a su tratamiento.

1.1. Datos de la instalación

Tipo de instalación		
Conducción		Indicado en el plano Nº7
Situación de las acometidas		Indicado en el plano Nº7
Materiales	Canalones	Aluminio
	Bajantes	Aluminio
	Colectores	PVC
	Arquetas	Ladrillo
Rugosidad del PVC		0,02

Tabla 1 Datos de la instalación de saneamiento y de aguas pluviales

2. RED DE AGUAS PLUVIALES DE CUBIERTA

Los canalones de recogida de agua se dispondrán bajo la cubierta, disponiendo de 4 canalones por fachada a ambos lados de la nave, los cuales recogerán el agua pluvial y los transportarán a unas bajantes conectadas cada una a una arqueta registrable. Esta desembocará en el colector general de la instalación de aguas fecales, para ser llevado a la red de saneamiento del polígono.

Se calcularán las dimensiones y diámetros nominales de los elementos que se corresponden con la instalación de la red de aguas pluviales de cubierta.

Siempre debe cumplir que la superficie de recogida del elemento calculado debe ser igual o mayor que la superficie de recogida del elemento anterior.

2.1. Dimensionado de los canalones

Los canalones o canales pluviales son sistemas de evacuación de agua que recogerán el agua proyectada sobre la cubierta y gracias a una pendiente, moverán esta agua hacia las bajantes. Estarán construidos en aluminio, siendo este un material idóneo para canalones industriales por su durabilidad, coste de mantenimiento muy bajo, fácil instalación y buena relación calidad-precio.

2.1.1. Cálculo del factor de corrección

El factor de corrección se determina según se dispone en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas. Para ello, conocer el factor de corrección, se debe tener en cuenta la zona en la que se encuentra la parcela ya que la pluviometría que se recoge va a ir variando. Para ello, se localiza en un mapa de isoyetas la ubicación de la planta para determinar la intensidad pluviométrica según las diferentes zonas pluviométricas.

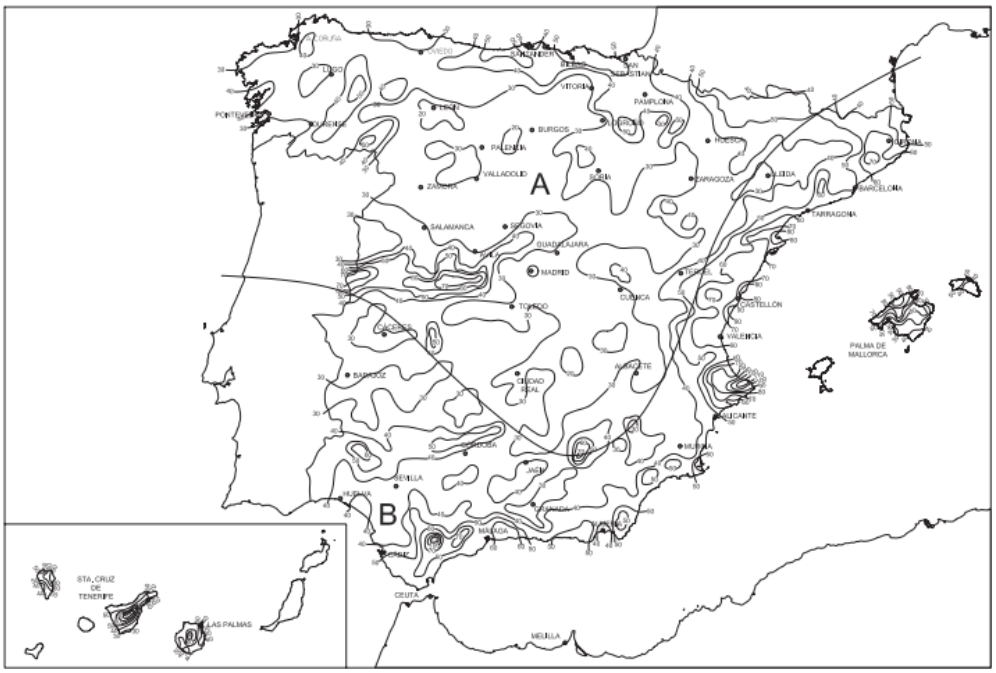


Ilustración 1 Mapa de isoyetas donde se indican las zonas pluviométricas de España

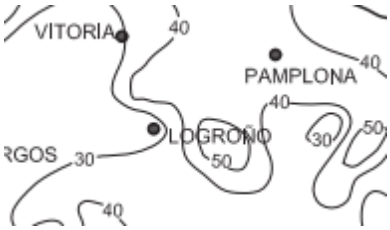


Ilustración 2 Detalle del mapa de isoyetas en la ubicación de la planta

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 2 Intensidad pluviométrica "i" (mm/h) para las zonas pluviométricas A y B según el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas

Dado que la ubicación de la planta (Logroño), tiene una única isoyeta de valor 30 y se encuentra en la zona pluviométrica A, se determina según el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas que la intensidad pluviométrica (i) que se dispone es de 90 mm/h.

Por tanto, con esto se determina el factor de corrección como:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{90}{100} = 0{,}9$$

2.1.2. Cálculo del diámetro de los canalones

Para determinar el diámetro de los canalones, se debe conocer la superficie efectiva de la cubierta de cada canalón, sobre la cual se aplica el factor de corrección calculado previamente. Se considera la instalación de los canalones con una pendiente del 2%.

La superficie de cubierta de la nave que corresponde a la recogida de cada canalón será de 154 m^2.

Superficie final = superficie · f = 154 · 0,9 = 138,6 m^2

Una vez conocida la máxima superficie de cubierta empleada por cada canalón, se emplea la tabla incluida en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas para la determinación de su diámetro nominal en relación con la pendiente.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)				*Diámetro nominal* del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 3 Diámetros nominales del canalón según su pendiente

Como se puede ver en la Tabla 2, para una pendiente de canalón del 2%, sería necesario un diámetro nominal del canalón de 150 mm, disponiendo de 4 canalones para cada lado, es decir, un total de 8 canalones.

Canalón	Superficie de recogida (m^2)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
C1	146,7	2	150
C2	146,7	2	150
C3	146,7	2	150
C4	146,7	2	150
C5	146,7	2	150
C6	146,7	2	150
C7	146,7	2	150
C8	146,7	2	150

Tabla 4 Resumen de los canalones empleados

2.2. Dimensionado de las bajantes

Las bajantes pluviales que se instalan estarán construidas en aluminio, siendo este un material con poca degradación exterior y por tanto muy duradero, además de disponer de un coste de mantenimiento mínimo y una fácil instalación.

Para el cálculo de las bajantes que encontramos en la planta, se debe emplear de nuevo el mismo factor de corrección y superficie de recogida calculadas previamente.

Cada canalón dispondrá de su bajante que conectará con la arqueta registrable a pie de planta. Esto hace que cada bajante tenga la misma de superficie en proyección horizontal de cubierta. Esto hace que su superficie de recogida sea de 154 m^2.

Tras esto, se emplea la tabla aportada por el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas, para el cálculo de los diámetros nominales de las bajantes según su superficie de proyección horizontal servida.

Superficie en proyección horizontal servida (m^2)	*Diámetro nominal* de la *bajante* (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 5 Diámetros nominales de las bajantes según su proyección horizontal

Como se puede ver en la tabla, los canalones deberán ser de mínimo 75 mm, sin embargo, en la norma viene descrito que no puede reducirse el diámetro de los canalones (150 mm) dado que podría hacer que se acumulase agua en los canalones. Esto hace que nuestro diámetro nominal mínimo de la bajante sea de 150 mm.

Por tanto, en la siguiente tabla se recoge las características de las bajantes empleadas en la industria:

Bajante	Superficie recogida (m^2)	Pendiente (%)	Diámetro nominal (mm)
B1	146,7	100	150
B2	146,7	100	150
B3	146,7	100	150
B4	146,7	100	150
B5	146,7	100	150
B6	146,7	100	150
B7	146,7	100	150
B8	146,7	100	150

Tabla 6 Cálculo de los diámetros nominales de las bajantes en función de su superficie máxima recogida

2.1. Dimensiones de las arquetas

Las arquetas empleadas serán arquetas prefabricadas de ladrillo, las cuales se encargan de la recogida del agua pluvial proveniente de las bajantes.
Las dimensiones de las arquetas que se instalarán están relacionadas con el diámetro nominal de los colectores, y, por tanto, se dispondrán de tantas arquetas como colectores, siendo en este caso 8 arquetas de ladrillo.

Según la tabla recogida en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas, podemos determinar las dimensiones de las arquetas a instalar.

	Diámetro del *colector* de salida [mm]								
	100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 7 Dimensiones de las arquetas según el diámetro del colector

Con esto, se puede determinar las dimensiones de las diferentes arquetas:

Arquetas	Diámetro de salida (mm)	Dimensiones (cm)
A1	150	50x50
A2	160	60 x 60
A3	160	60 x 60
A4	200	60 x 70
A5	150	50 x 50
A6	160	60 x 60
A7	160	60 x 60
A8	200	60 x 70

Tabla 8 Cálculo de las diferentes arquetas de la red de aguas pluviales

2.2. Dimensionado de los colectores

Los colectores serán aquellas tuberías enterradas que tendrán como función unir las distintas arquetas, en las cuales se puede controlar el caudal del agua en función de la superficie de recogida y su pendiente. Estarán construidos en PVC, siendo este un material de fácil instalación y de bajo coste.

Es necesario instalar tantos colectores como bajantes tiene la nave, además de añadir tres colectores más para que llegue el agua de las bajantes al pozo.
La pendiente que dispondrán estos colectores será la suficiente para conseguir mover el caudal de agua, siendo la pendiente escogida de 2%.

El diámetro de los colectores será de, por lo menos, el mismo diámetro que el diámetro nominal de las bajantes, es decir, 150 mm.

Para dimensionar los colectores, se determina la superficie máxima de recogida, la cual irá aumentando a medida que se acumula el agua de cada bajante:

- 154,0 x 1 = 154,0 m^2
- 154,0 x 2 = 308,0 m^2
- 154,0 x 3 = 462,0 m^2
- 154,0 x 4 = 616,0 m^2

Con estos valores, se acude a la tabla presentada en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas para el cálculo de los diámetros nominales de los colectores, sabiendo que la pendiente de los colectores es de 2%..

Superficie proyectada (m^2) Pendiente del *colector* 1 %	2 %	4 %	*Diámetro nominal* del *colector* (mm)
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 9 Diámetros nominales de los colectores en función de la superficie proyectada

Tramo	Uniones	Superficie (m^2)	Diámetro nominal (mm)	Diámetro elegido (mm)
Co1	A1-A2	154,0	90	150
Co2	A2-A3	308,0	110	150
Co3	A3-A4	462,0	160	160
Co4	A5-A6	154,0	90	150
Co5	A6-A7	308,0	110	150
Co6	A7-A8	462,0	160	160
Co7	A8-As8	616,0	160	200
Co8	A4-As15	616,0	160	200

Tabla 10 Cálculo de los colectores de la red de aguas pluviales

3. RED DE AGUAS PLUVIALES DE LA ZONA PAVIMENTADA

Las aguas pluviales recogidas sobre la zona pavimentada se evacuan a través de sumideros de rejillas metálicas. Los sumideros sifónicos llevarán incorporados unas arquetas registrables, las cuales se unen a la red de aguas pluviales a través de tuberías de PVC y una pendiente del 2%.

El número de sumideros que se instalaran estará relacionado con la superficie de la zona pavimentada, teniendo esta una superficie total de 2.018 m^2.

Con esto, podemos emplear la tabla proporcionada en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas para determinar el número de sumideros en función de la superficie:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)	Número de sumideros
S < 100	2
100≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m^2

Tabla 11 Número de sumideros en función de la superficie

Al tener más de 500 m^2 de zona pavimentada, se disponen de sumideros cada 150 m^2.

Número de sumideros = $\frac{Superficie}{150} = \frac{2.018}{150} = 13{,}45 \approx 14 \text{ sumideros}$

Por tanto, según la norma se deberían instalar 14 sumideros en la zona pavimentada, añadiendo un sumidero más para asegurar la correcta evacuación del agua.

3.1. Dimensiones de los colectores

Para determinar las dimensiones de los colectores, se debe conocer la pendiente que dispondrán y la superficie de recogida. Los colectores se dispondrán con una pendiente del 2%. Se emplea, por tanto, la tabla incluida en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas para determinar el diámetro nominal que se debe elegir para los colectores en función de su pendiente y de la superficie de recogida:

Superficie proyectada (m^2)			*Diámetro nominal* del *colector* (mm)
Pendiente del *colector*			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 12 Cálculo del diámetro nominal de los colectores en función de su pendiente y la superficie

Estos colectores irán unidos a todas las arquetas sifónicas (As) instaladas, para transportar el agua recogida finalmente hasta el pozo de registro. Para dimensionar los

colectores, se tiene en cuenta la superficie máxima de recogida de agua y la pendiente (2%).

Tramo	Uniones	Superficie (m^2)	DN (mm)	DN elegido (mm)
Co9	As1-As2	112,0	90	90
Co10	As2-As3	200,0	110	110
Co11	As3-As4	442,1	160	160
Co12	As4-As5	684,2	160	160
Co13	As5-As6	926,3	200	200
Co14	As6-As7	1.168,4	200	200
Co15	As7-As8	1.212,0	200	200
Co16	As8-As9	2.797,0	315	315
Co17	As9-As10	60,0	90	90
Co18	As10-As11	225,0	110	110
Co19	As11-As12	390,0	125	125
Co20	As12-As13	555,0	160	160
Co21	As13-As14	720,0	160	160
Co22	As14-As15	750,0	160	160
Co23	As15-As16	1.066,8	200	200
Co24	As16-Pozo	3.863,8	315	315

Tabla 13 Cálculo de los colectores de la zona pavimentada

3.2. Dimensionado de las arquetas sifónicas

Se instalan arquetas sifónicas (As) en el pavimento para evitar que se acumule agua sobre la superficie.

Las arquetas sifónicas serán prefabricadas de ladrillo y se dimensionan en función del diámetro nominal de la salida de su colector correspondiente. Esto hace un total de 15 arquetas sifónicas.

Las dimensiones de estas arquetas sifónicas viene tabulada en la norma en función del diámetro del colector de salida:

	Diámetro del *colector* de salida [mm]								
	100	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 14 Cálculo de las dimensiones de las arquetas sifónicas en función del diámetro del colector de salida

Arqueta	Diámetro de salida (mm)	Dimensiones (cm)
As1	90	40x40
As2	110	50x50
As3	160	60x60
As4	160	60x60
As5	200	60x60
As6	200	60x60
As7	200	60x60
As8	315	70x80
As9	90	40x40
As10	110	50x50
As11	125	50x50
As12	160	60x60
As13	160	60x60
As14	160	60x60
As15	200	60x60
As16	315	70x80

Tabla 15 Cálculo de las arquetas sifónicas de la zona pavimentada

4. RED DE AGUAS FECALES Y DE PROCESO

En este capítulo, se indicarán los cálculos de la instalación relacionada con la red de aguas fecales y de proceso. En esta red de agua se incluye el agua proveniente de todos los equipos sanitarios presentes en la industria y el agua proveniente de la limpieza de las maquinarias y de las instalaciones. Para ambas aguas, es necesario que sean transportadas a la depuradora del polígono industrial para posteriormente ser vertidas cumpliendo la normativa vigente. La solera de las salas en las cuales se va a realizar un higienizado de los equipos o materiales como son la sala de elaboración y la sala de embotellado, tendrán una pendiente para la recogida de agua del 2% hacia los sumideros.

Las aguas fecales se recogerán en colectores de PVC con una pendiente del 2%, unidos a las arquetas sifónicas, de una forma idéntica a como ocurría con las aguas pluviales del capítulo anterior.

Las arquetas sifónicas estarán unidas mediante colectores, los cuales transportan el agua fecal con una pendiente de 2% hasta el pozo de agua de la parcela, para ser posteriormente tratada en la depuradora del polígono industrial.

En cuanto a la red de aguas proceso, se encargan de transportar el agua que proviene de la limpieza de la maquinaria y de las zonas de elaboración. Al igual que las aguas fecales, se van a recoger en colectores hasta llevarlos a las arquetas sifónicas y al pozo de agua de la parcela. Además, van a sufrir un tratamiento previo en la depuradora del polígono industrial antes de volverlas a verter.

4.1. Red de aguas fecales

En el presente apartado se muestra el cálculo del dimensionamiento las tuberías de PVC que se instalan en la planta. Para ello, se emplea la tabla encontrada en Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas que relaciona las unidades de desagüe los cuales están relacionados con el número de equipos sanitarios presentes en la industria, y el diámetro mínimo de las tuberías.

En el caso de los lavabos y las duchas, estos irán conectados a botes sifónicos antes de conectarse con la instalación, lo que evita la liberación de gases provenientes de las tuberías que generan malos olores.

Tipo de aparato sanitario		Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
		Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0.5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Tabla 16 Cálculo de los diámetros de las tuberías empleadas en la red de aguas fecales en función de las unidades de desagüe

Aparato sanitario	Número	Unidades de desagüe	Total	Diámetro (mm)
Lavabo	8	2	16	40
Ducha	2	3	6	50
Inodoro de cisterna	6	5	30	100
Total de unidades de desagüe			52	

Tabla 17 Cálculo de tuberías de la red de aguas fecales en función de las unidades de desagüe

4.1.1. Cálculo de ramales de los colectores

En este subapartado se desarrolla el cálculo de los ramales de los colectores, empleando para ello las unidades de desagüe calculados empleando la Tabla 11. Como se ha indicado previamente, la pendiente de los colectores será de un 2% y conociendo estos datos, se acude a la tabla aportada en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas para el dimensionamiento de los ramales:

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 18 Cálculo de los diámetros de los ramales de los colectores en función de las unidades de desagüe y la pendiente

Sala	Ramal del colector	Unidades de desagüe	Diámetro (mm)
Baño visitas	Lavabo-Arqueta sifónica	4	50
	Inodoro-Inodoro	5	50
	Inodoro-Arqueta sifónica	10	63
	Arqueta sifónica-Arqueta	14	75
Vestuario 1	Lavabo-Arqueta sifónica	4	50
	Inodoro-Inodoro	5	50
	Inodoro-Arqueta sifónica	10	63
	Ducha-Arqueta sifónica	3	50
	Arqueta sifónica-Arqueta	17	75
Vestuario 2	Lavabo-Arqueta sifónica	4	50
	Inodoro-Inodoro	5	50
	Inodoro-Arqueta sifónica	10	63
	Ducha-Arqueta sifónica	3	50
	Arqueta sifónica-Arqueta	17	75
Laboratorio	Lavabo-Arqueta sifónica	4	50
	Arqueta sifónica-Arqueta	8	63

Tabla 19 Diámetros de los ramales de los colectores de los equipos

4.1.2. Cálculo de colectores horizontales

Los colectores horizontales, según la norma, se calcula su diámetro teniendo en cuenta que trabajen habitualmente a media sección y a un cuarto de sección como máximo con flujo uniforme.

Para ello, se emplea la tabla aportada por el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas que relaciona el número de unidades de desagüe conectadas y su pendiente para obtener así el diámetro necesario:

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 20 Cálculo de los colectores horizontales en función de las unidades de desagüe y la pendiente

Como se ve en el apartado 124.1, las UDs de la red de aguas fecales son un total de 52 con una pendiente de 2%. Esto hace que se dimensione con un diámetro de 90 mm según la Tabla 12, recogiendo todos los equipos.

Sin embargo, para el colector horizontal, se sobredimensiona el diámetro teniendo en cuenta el uso simultáneo de los equipos, tomando un valor de diámetro de la tubería del colector horizontal de 110 mm, siendo esta suficiente para recoger las aguas de todos los equipos conectados, para evitar problemáticas con el uso simultáneo de equipos.

4.1.3. Calculo de arquetas del colector horizontal

Para el cálculo de las arquetas situadas en el colector horizontal se emplea nuevamente la Tabla 10, sabiendo que el diámetro del colector de salida de los colectores es de 110 mm como se ha calculado previamente.

Por tanto, se determina que las dimensiones de las arquetas será de 50 x 50 mm

4.2. Red de aguas residuales de proceso

En este apartado se desarrolla el cálculo de los elementos necesarios para instalar la red de aguas residuales de proceso en la industria. Para ello, se dimensionan los sumideros que recogerán el agua sobrante de las limpiezas y cualquier líquido vertido sobre la solera y los colectores horizontales que transportarán esta agua de proceso hasta el pozo.

4.2.1. Cálculo de los sumideros

Se dispone de sumideros cubiertos por losas longitudinales perforadas ubicados en el centro de las salas de elaboración y producción donde sea necesario el empleo de agua para la correcta limpieza e higienización de equipos y por tanto un vertido regular de agua de proceso a la solera.

El agua fluye favorecida por la pendiente del suelo (2%) hasta los sumideros dispuestos.

Las salas en las que se sitúan estos sumideros, por tanto, será la sala de elaboración y de embotellado.

4.2.2. Cálculo de colectores horizontales

Los colectores horizontales del agua de proceso se instalan como tuberías de PVC de 2% de pendiente, dimensionadas para trabajar a media sección y a máximo tres cuartos de sección con flujo uniforme tal como marca el Documento Básico pertinente.

Se determinan los diámetros de estos colectores horizontales como se ha realizado previamente en otros apartados, empleando para ello la Tabla 14, relacionando la pendiente y el máximo de unidades de desagüe.

Según el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas, 1 unidad de desagüe equivale a un caudal de 0,03 L/s y con esto es posible estimar el número de UD necesarios estimando el caudal.

Equipo	Caudal estimado (L/s)	Unidades de desagüe	Diámetro (mm)
Sumidero de la sala de elaboración	0,2	7	50
Sumidero de la sala de embotellado	0,2	7	50

Tabla 21 Cálculo de los diámetros de los colectores horizontales de los sumideros de la red de agua de proceso

Con un total de 14 UDs se determina que sería necesario un diámetro mínimo de 50 mm, se instala un diámetro sobredimensionado para evitar que el uso simultáneo supere la sección óptima de trabajo de las tuberías. Por tanto, se dimensionan con diámetros de 75 mm.

4.2.3. Cálculo de arquetas para las aguas de proceso

Como se ha realizado anteriormente, el cálculo de las arquetas se dimensiona teniendo únicamente en cuenta el diámetro de salida del colector, siendo en este caso 75 mm.

Empleando nuevamente la Tabla 10 anexada en el Documento Básico de Salubridad para la evacuación de aguas, se puede determinar las dimensiones de las arquetas.

Con esto, se determina que las dimensiones de las arquetas presentes en el colector horizontal en la red de agua de proceso serán 40 x 40 mm.

5. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

Tipo de red	Elementos	Dimensiones (cm)	Diámetro (mm)	Pendiente (%)
Aguas pluviales (cubierta)	Canalones	-	150	2
	Bajantes	-	150	100
	Colectores	-	150/160	2
	Arquetas	50x50 / 60x60	-	-
Aguas pluviales (zona pavimentada)	Colectores	90/110/125/160/200/250/315	-	2
	Arquetas	40x40 / 50x50 / 60x60 / 60x70 / 70x80	-	-
Aguas fecales	Ramales de colectores	-	50 / 63 /75	2
	Colectores horizontales	-	110	2
	Arquetas	50x50	-	-
Aguas residuales de proceso	Colectores	-	75	2
	Arquetas	50x50	-	-

Tabla 22 Resumen de los cálculos de la instalación de saneamiento y aguas pluviales

Anejo Nº9
Instalación eléctrica

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.1. Objetivo del anejo

El objeto del presente anexo es describir y calcular la instalación eléctrica correspondiente al proyecto que nos ocupa.

Se seguirá para ello lo dispuesto por el actual Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 y B.O.E. de fecha 18-9-02). Observándose particularmente lo exigido en las Instrucciones ITC-BT 04, 05, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 24, 43, 44, 47, 48.

De un modo muy especial se observa lo dispuesto por la Instrucción Técnica Complementaria o ITC-BT-30. Ya que, debido a la actividad a desarrollar, se considera ciertas zonas dentro de la industria como local mojado, los cuales se caracterizan por la presencia de humedad y condensaciones o vahos durante largos periodos de tiempo.

En cuanto a las canalizaciones, son estacas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

En cambio, en las zonas húmedas que se caracterizan por tener una condensación en techo y paredes, pero sin gotas, las canalizaciones prefabricadas presenten un grado de protección a la caída vertical de gotas de agua de IPX1.

1.2. Características de la energía eléctrica

La energía eléctrica será tomada de las redes de la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola S. A.

La red de alimentación es de tres fases más neutro (3F+N), sistema trifásico- monofásico y frecuencia 50 Hz, con una tensión de 3x400/230 V. En cuanto a la potencia instalada, va a ser superior a 10 KW.

1.3. Relación de los receptores

1.3.1. Fuerza

EQUIPOS	POTENCIA (W)
Depósito de mezcla	10.000
Bomba de rodetes flexibles	2.250
Equipo automático de enjuague, llenado y taponado	2.000
Etiquetadora autoadhesiva	300
Detector de metales	750
Equipo de tratamiento de agua	3.000
Báscula industrial	5
Carretillas eléctricas	24.000
Compresor de aire	7.500
Calentador de bidones metálicos	900
Espectrofotómetro UV/VIS	2.100
Estufa de desecación	3.300
pH-metro y conductímetro	96
Destilador automático García-Tena	570
Baño termostático	350
Balanza de precisión	6
Agitador magnético	10
Equipo de refrigeración de agua	21.800
Equipo de refrigeración del almacén de producto terminado	33.600
TOTAL	**112.537**

Tabla 1 Fuerza de los equipos presentes en el proceso productivo

Esto hace un total de potencia total en el circuito de fuerza de 112.537 W.

1.3.2. Alumbrado interior

Para conocer el alumbrado de la industria, es necesario conocer primeramente el número total de luminarias que se instalan en las diferentes salas.

Se considera que el área de trabajo se encuentra a 0,85 metros desde el suelo y que las luminarias disponen de un rendimiento del 85%, con un mantenimiento estándar.

La iluminación media que se necesita disponer vendrá determinada en función de la actividad que se lleva a cabo en cada sala y de la importancia de iluminación, tomándose la iluminancia media recomendada para cada sala:

Entre 50 y 200 lx se encuentran en las zonas de paso como los pasillos o locales poco utilizados como los almacenes o cuartos de máquinas.

Entre 200 y 1000 lx se encuentran las zonas de trabajo y zonas de uso frecuente.

Con más de 1000 lx será sitios que se necesite visibilidad especial o trabajos con mucho detalle, el cual no es el caso de la industria proyectada.

Sala	Nivel de iluminación (lux)
Almacén de materias primas	150
Almacén de materias auxiliares	150
Sala de elaboración	300
Sala de embotellado	300
Almacén de producto terminado	150
Sala de tratamiento de agua	100
Oficina	500
Vestuarios	150
Aseos visitas	150
Área social	300
Laboratorio	400
Sala neumática	100
Cuarto de limpieza	100
Cuarto de productos químicos	150
Sala de refrigeración	100
Almacén de herramientas	150
Muelle de recepción	300
Muelle de expedición	300
Pasillos	100

Tabla 2 Nivel de iluminación deseado en las diferentes salas

Para la elección de las luminarias, dependerá de la actividad y la necesidad lumínica de cada sala, por lo que se escogen diferentes modelos para cubrir las diferentes necesidades:

- Lámpara LED para las salas de producción:
  - Potencia: 240 W
  - Frecuencia: 50-60 Hz
  - Luminosidad: 13.000 lum
  - Temperatura de luz: 4.000 ºK
  - Vida útil: 50.000 horas

- Lámpara fluorescente para zonas de no producción y pasillos:
  - Potencia: 2·58 W (116 W)
  - Frecuencia: 50-60 Hz
  - Luminosidad: 10.800 lum
  - Temperatura de luz: 4.000 ºK
  - Vida útil: 50.000 horas

Tras escoger el tipo de lámpara más adecuada en función de las actividades, se escoge los sistemas de alumbrado que más se adaptan a las necesidades. Se opta por un alumbrado general, el cual da una iluminación homogénea sobre toda el área iluminada y se consigue distribuyendo las lámparas de forma regular.

Tras esto, se escoge la altura de suspensión de las luminarias en función del sistema de iluminación previamente escogido. En el caso de las salas no dedicadas expresamente a la producción, la altura de las luminarias será la máxima posible, es decir, incrustadas en el falso techo a 5,5 m. En el caso de las zonas de producción con iluminación directa, se disponen a una altura óptima de $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0{,}85)$, siendo h la altura entre el plano de trabajo y las luminarias y h' la altura de la sala. Esto nos da un valor de h de 3,72 m. Por tanto, las lámparas se sitúan a 4,4 metros del suelo y cuelgan 110 centímetros del techo.

El siguiente paso, será determinar el índice del local (k). Para ello se emplea el método europeo en donde se emplea la siguiente ecuación:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo:

- k: índice de local
- a: anchura de la sala estudiada
- b: longitud de la sala estudiada
- h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias

Sala	a (m)	b (m)	h (m)	k
Almacén de materias primas	3,30	9,85	3,72	0,66
Almacén de materias auxiliares	6,30	15,10	3,72	1,19
Sala de elaboración	27,30	10,40	3,72	2,02
Sala de embotellado	9,20	19,90	3,72	1,69
Almacén de producto terminado	14,35	12,40	3,72	1,79
Sala de tratamiento de agua	2,30	3,10	3,72	0,35
Oficina	3,90	5,45	5,50	0,41
Vestuarios	11,20	5,70	5,50	0,69
Aseos visitas	3,90	2,65	5,50	0,29
Área social	3,90	8,35	5,50	0,48
Laboratorio	3,65	8,15	5,50	0,46
Sala neumática	2,50	3,10	3,72	0,37
Cuarto de limpieza	3,05	1,50	3,72	0,27
Cuarto de productos químicos	3,65	1,50	3,72	0,29
Sala de refrigeración	4,00	3,10	3,72	0,47
Almacén de herramientas	3,05	1,50	3,72	0,27
Muelle de recepción	7,15	4,70	3,72	0,76
Muelle de expedición	9,20	4,00	3,72	0,75
Pasillo 1	13,00	24,40	5,50	1,54
Pasillo 2	14,35	4,20	5,50	0,59

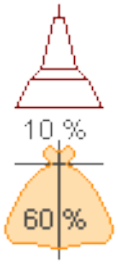
Tabla 3 Determinación del índice de local para cada sala de la planta

Una vez escogidas las luminarias, se indican los factores de reflexión de las paredes, techos y suelo, los cuales influirán notablemente sobre el alumbrado de las salas y dependerán del color de la superficie:

- Techo claro: 0,5
- Paredes medio: 0,3
- Suelo oscuro: 0,1

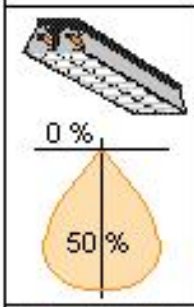
Esto da un código de reflectancia de 531.

Tras esto, se determina el factor de utilización (η) en función del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. Se obtiene, por tanto, un valor de factor de utilización según cada tipo de luminaria.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo											
		0.8			0.7			0.5			0.3		0
		Factor de reflexión de las paredes											
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56
$D_{max} = 1.0\ H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58
f_m .70 .75 .80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m: altura luminaria-plano de trabajo

Tabla 4 Tabla para el cálculo del factor de utilización de las lámparas LED para las salas de producción

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)											
		Factor de reflexión del techo											
		0.8			0.7			0.5			0.3		0
		Factor de reflexión de las paredes											
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
	0.6	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.23	.21	.20
	0.8	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.32	.28	.26	.28	.26	.25
	1.0	.36	.33	.30	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.32	.30	.29
	1.25	.40	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.36	.34	.33
	1.5	.42	.39	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.38	.36	.35
	2.0	.45	.42	.40	.44	.42	.40	.44	.42	.40	.41	.40	.39
	2.5	.47	.44	.43	.46	.44	.42	.45	.44	.42	.43	.42	.41
	3.0	.48	.46	.44	.47	.46	.44	.47	.45	.44	.44	.43	.42
$D_{max} = 0.8\ H_m$	4.0	.50	.48	.46	.49	.48	.46	.48	.47	.46	.46	.45	.44
f_m .65 .70 .75	5.0	.50	.49	.48	.50	.49	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.45

H_m: altura luminaria-plano de trabajo

Tabla 5 Tabla para el cálculo del factor de utilización de las lámparas fluorescentes para las salas no vinculadas a la producción

Sala	k	η
Almacén de materias primas	0,66	0,36
Almacén de materias auxiliares	1,19	0,50
Sala de elaboración	2,02	0,59
Sala de embotellado	1,69	0,57
Almacén de producto terminado	1,79	0,57
Sala de tratamiento de agua	0,35	0,23
Oficina	0,41	0,23
Vestuarios	0,69	0,25
Aseos visitas	0,29	0,23
Área social	0,48	0,23
Laboratorio	0,46	0,23
Sala neumática	0,37	0,23
Cuarto de limpieza	0,27	0,23
Cuarto de productos químicos	0,29	0,23
Sala de refrigeración	0,47	0,23
Almacén de herramientas	0,27	0,23
Muelle de recepción	0,76	0,27
Muelle de expedición	0,75	0,27
Pasillo 1	1,54	0,38
Pasillo 2	0,59	0,23

Tabla 6 Tabla para el cálculo del factor de utilización de las lámparas fluorescentes para áreas sociales, oficina y laboratorio

Una vez obtenidos los valores, se determina el factor de mantenimiento (f_m), el cual depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza. Este valor se estima en 0,7 siendo 0,6 una instalación limpia y 0,8 una instalación sucia.

Con esto, se determina el flujo luminoso total necesario para cada sala, correspondiéndose con la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Siendo:

- ΦT: flujo luminoso total (lm)
- E: iluminancia media deseada en lux
- S: Superficie del plano de trabajo en m
- η: factor de utilización
- fm: factor de mantenimiento

Sala	E (lux)	S (m2)	η	ΦT (lum)
Almacén de materias primas	150	32,5	0,36	19.345
Almacén de materias auxiliares	150	95,1	0,50	40.757
Sala de elaboración	300	283,9	0,59	206.223
Sala de embotellado	300	183,1	0,57	137.669
Almacén de producto terminado	150	178	0,57	66.917
Sala de tratamiento de agua	100	7,1	0,23	4.410
Oficina	500	21,3	0,23	66.149
Vestuarios*	150	16	0,25	13.714
Aseos visitas*	150	4,78	0,23	4.453
Área social	300	32,6	0,23	60.745
Laboratorio	400	29,7	0,23	73.789
Sala neumática	100	7,8	0,23	4.845
Cuarto de limpieza	100	4,6	0,23	2.857
Cuarto de productos químicos	150	5,5	0,23	5.124
Sala de refrigeración	100	12,4	0,23	7.702
Almacén de herramientas	150	4,6	0,23	4.286
Muelle de recepción	300	33,6	0,27	53.333
Muelle de expedición	300	36,8	0,27	58.413
Pasillo 1	100	72,0	0,38	27.068
Pasillo 2	100	60,3	0,23	37.435

Tabla 7 Cálculo de la determinación del flujo luminoso total

*Tanto los vestuarios como los aseos de visitas se calculan independientemente por sala, determinándose el número de luminarias en cada sala y teniéndolo en cuenta para cálculos posteriores.

Con los valores obtenidos de luminancia total de cada sala, se pueden determinar la cantidad de luminarias mediante la siguiente ecuación:

$$Nº\ de\ luminarias = \frac{Flujo\ luminoso\ total\ de\ la\ sala}{Flujo\ luminoso\ de\ la\ luminaria}$$

Sala	ΦT	ΦL	Nº luminarias
Almacén de materias primas	19.345	13.000	2
Almacén de materias auxiliares	40.757	13.000	4
Sala de elaboración	206.223	13.000	16
Sala de embotellado	137.669	13.000	11
Almacén de producto terminado	66.917	13.000	6
Sala de tratamiento de agua	4.410	10.800	1
Oficina	66.149	10.800	7
Vestuarios	13.714	10.800	2
Aseos visitas	4.453	10.800	1
Área social	60.745	10.800	6
Laboratorio	73.789	10.800	7
Sala neumática	4.845	10.800	1
Cuarto de limpieza	2.857	10.800	1
Cuarto de productos químicos	5.124	10.800	1
Sala de refrigeración	7.702	10.800	1
Almacén de herramientas	4.286	10.800	1
Muelle de recepción	53.333	13.000	5
Muelle de expedición	58.413	13.000	5
Pasillo 1*	27.068	10.800	3 (5)
Pasillo 2	37.435	10.800	4

Tabla 8 Cálculo del número de luminarias

* Las luminarias calculadas son las luminarias mínimas que se deberían instalar, sin embargo, se decide instalar 2 luminarias más en el caso del pasillo 1 para cubrir por completo dicho pasillo.

1.3.3. Alumbrado exterior

Las zonas exteriores disponen de un alumbrado exterior distribuido a lo largo de la zona pavimentada de la industria, sobre todo, en las zonas de paso como puertas de acceso, aparcamientos o muelles de recepción y expedición. Se

Se instalarán unas lámparas de alta intensidad y con horquillas móviles para permitir diferentes ángulos de iluminación. Las lámparas dispondrán de las siguientes características:

- Tipo: LED
- Potencia: 150 W
- Flujo luminoso: 14.000 lum
- Vida útil: 50.000 horas

Se considera que es necesario, como mínimo, un nivel de iluminación de 100 lux repartidos en la totalidad de la zona pavimentada de la parcela, siendo esta una superficie total de 2.018 m^2.

Con estos valores, se determina el flujo lumínico necesario para la iluminación exterior empleando la siguiente ecuación:

$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$; siendo:

- Φ_T: flujo luminoso total necesario de la zona exterior medido en lum
- E: nivel de iluminación deseado medido en lux
- S: superficie a iluminar medido en m^2
- f_m: factor de mantenimiento. Este valor se estima en 0,7 siendo 0,6 una instalación limpia y 0,8 una instalación sucia.
- η: coeficiente de utilización, con un valor de 0,65

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{100 \cdot 2.018}{0{,}65 \cdot 0{,}7} = 443.516{,}5 \text{ lum}$$

A continuación, se determina el número de luminarias exteriores como el cociente entre el flujo luminoso total necesario y el flujo luminoso unitario de cada luminaria:

$$Nº\ de\ luminarias = \frac{Flujo\ luminoso\ total}{Flujo\ luminoso\ de\ la\ luminaria} = \frac{443.516{,}5}{14.000} = 32\ luminarias$$

1.3.4. Alumbrado de emergencia

Según como se describe en la normativa ITC-BT-28 sobre el alumbrado de emergencia, la prioridad será asegurar la iluminación en caso de que falle el alumbrado interior nominal. Este alumbrado deberá ser suficiente para garantizar una iluminación de las salas afectadas hasta las correspondientes salidas de evacuación.

En la normativa se describe que, en rutas de evacuación, el alumbrado de emergencia debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux, mientras que en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios manuales la iluminancia mínima será de 5 lux. Por tanto, se considera un nivel luminoso mínimo de 5 lux

Las lámparas empleadas en el alumbrado de emergencia serán luces de emergencia LED IP65, las cuales se caracterizan por:

- Potencia: 3 W
- Flujo luminoso: 200 lum
- Autonomía: 3 horas
- Tipo de batería: 3.6 V 1.5 Ah Ni-Cd
- Vida útil: 30.000 horas

Sala	Superficie (m2)	Nivel luminoso (lux)	Flujo luminoso necesario (lum)	Flujo luminoso luminar (lum)	Número de luminarias mínimas
Almacén de materias primas	32,5	5	162,5	200	1
Almacén de materias auxiliares	95,1	5	475,5	200	3
Sala de elaboración	283,9	5	1419,5	200	8
Sala de embotellado	183,1	5	915,5	200	5
Almacén de producto terminado	177,9	5	889,5	200	5
Sala de tratamiento de agua	7,1	5	35,5	200	1
Oficina	21,3	5	106,5	200	1
Vestuarios (1)	15,96	5	79,8	200	1
Aseos visitas (1)	4,78	5	23,9	200	1
Área social	32,6	5	163	200	1
Laboratorio	29,7	5	148,5	200	1
Sala neumática	7,8	5	39	200	1
Cuarto de limpieza	4,6	5	23	200	1
Cuarto de productos químicos	5,5	5	27,5	200	1
Sala de refrigeración	12,4	5	62	200	1
Almacén de herramientas	4,6	5	23	200	1
Muelle de recepción	33,6	5	168	200	1
Muelle de expedición	36,8	5	184	200	1
Pasillo 1	66	5	330	200	2
Pasillo 2	60,3	5	301,5	200	2

Tabla 9 Necesidades y número de luminarias de emergencia

A continuación, se determina el número de luminarias de emergencia que se deben disponer en cada sala en función del flujo lumínico total de cada zona, determinado según las siguientes ecuaciones:

$$Flujo\ luminoso\ de\ la\ zona = E\ \cdot A$$

$$Número\ de\ luminarias = \frac{Flujo\ luminoso\ de\ la\ zona}{Flujo\ luminoso\ unitario}$$

1.3.5. Resumen de la instalación de alumbrado

Tipo de luminaria	Puntos de luz	Consumo (W/ud)	Potencia (W)
LED para las salas de producción	49	240	11.760
Fluorescente para zonas de no producción y pasillos	39	116	4.524
LED para alumbrado exterior	32	150	4.800
LED para alumbrado de emergencia	40	3	120
		TOTAL	**21.204**

Tabla 10 Resumen de la instalación de alumbrado

Según lo dispuesto en el ICT-BT-44 sobre la instalación de receptores para alumbrado, para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

Por tanto, la carga mínima prevista será 21.204 x 1,8 = 38.167,2 VA

Los puntos de luz con lámpara fluorescente, al disponer de una reactancia electrónica, tendrán un factor de potencia muy próximo a la unidad.

Por otro lado, los puntos de luz con lámpara de descarga, estarán dotados de su correspondiente condensador para elevar el factor de potencia muy próximo a la unidad.

Por tanto, se considera que la potencia activa de los puntos de luz será de 38.167,2 W.

1.4. Resumen de la relación de los receptores

Receptores	Potencia (kW)
Instalación de fuerza	112,54
Instalación del alumbrado	21,20
TOTAL	**133,74**

Tabla 11 Resultados obtenidos de potencia en las instalaciones de fuerza y alumbrado

1.5. Descripción de la instalación eléctrica

Se comienza la instalación desde el transformador, el cual es gestionado y manipulado por la empresa externa a la cual se contrata el servicio. Tras esto se encuentra la caja de protección y medida (CPM). Esta CPM está formada por una caja diseñada para incluir en ella los equipos de medición con su debida protección.

Esta CPM se compone de 3 cartuchos fusibles de 250 A cada uno según se describe en el apartado 2.1. de la ITC-BT-13.

El diseño de la instalación eléctrica se desarrolla en el Plano correspondiente, donde se muestra la ubicación del cuadro general. En lo correspondiente a las uniones entre el

equipo de medida y el cuadro general o derivaciones individuales según la ITC-BT-15, se llevan a cabo a través de conductores unipolares de cobre con un aislamiento de 0,6/1 kV, del tipo RZ1-K (AS) en una instalación enterrada de 4x1x150 mm^2.

El cuadro general dispone de los elementos de protección de los circuitos de fuerza y alumbrado según se dispone en la ITC-BT-17.

La conexión con el cuadro general se realiza a través de conectores unipolares de cobre de colores normalizados y secciones de acuerdo a los elementos de protección y cálculos justificativos.

Ambas líneas, fuerza y alumbrado, están formadas por conductores unipolares de cobre tipo H07V-K, los cuales discurren bajo un tubo instalado en montaje superficial o instalación empotrada. Los tubos que se emplean están fabricados en material aislante en montaje superficial en las zonas donde se realice actividad productiva y empotrados en salas no vinculadas a la producción, cumpliendo en todo momento lo descrito en la ITB-BT-21.

Las luminarias de los locales húmedos se encontrarán provistas de cerramientos estancos y herméticos, siendo un valor de protección mínimo de IPX1 según lo descrito en la ITC-BT-30 apartado 1.3. En zonas mojadas las canalizaciones dispondrán de una protección IPX4 como mínimo, mientras que las zonas húmedas dispondrán de una protección IPX1 como mínimo, siendo todas las canalizaciones estancas.

Las cajas de registro dispuestas en montaje superficial son plastificadas y estancas con grado de protección IP-54.

En el caso de las instalaciones empotradas como es el caso de la oficina o los aseos, las cajas son plastificadas. Las derivaciones a los puntos de luz, a cuadros secundarios, interruptores, etc., son realizadas en cajas de registro y mediante bornes de apriete.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos en las diferentes líneas quedan asegurada mediante interruptores magnetotérmicos, siendo la intensidad nominal de estos no superiores a la máxima intensidad admisible en la línea que protejan.

1.6. Conductores

Los conductores a utilizar serán de cobre tipo RZ1 - K, en la línea de enlace entre el equipo de medida y el cuadro general (derivación individual), y de cobre tipo H07V-K, en el resto de la instalación. Estando estos últimos debidamente identificados, correspondiendo los colores de sus envueltas a lo especificado en la Instrucción ITC-BT 19, apartado 2.2.4.

Dichos colores son: negro, gris o marrón para las fases, azul para el neutro, y verde y amarillo para el conductor de protección.

Las secciones de los conductores se calcularán de tal forma que la intensidad máxima admisible en los mismos será superior a la intensidad nominal del magnetotérmico que protege la línea, y además la máxima c.d.t. En dichas líneas, estará dentro de los valores admitidos por el Vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Tal y como puede comprobarse en el apartado correspondientes a los cálculos eléctricos

La sección del conductor de protección (conductor de tierra, en anillo), y hasta el cuadro general será de 150 mm^2, siendo esta la sección normalizada más próxima a la mínima. El resto de secciones del conductor de protección tanto en las líneas de distribución como en las de alimentación a enchufes y puntos de luz vendrá determinada por la sección de los conductores activos, según la Tabla 2 de la instrucción ITC-BT 18.

Dichas secciones son: hasta 16 mm^2, inclusive, de sección del conductor de fase. La sección del conductor de protección será igual a la del conductor de fase. Para 25 y 35 mm^2 de sección del conductor de fase. La sección del conductor de protección será de 16 mm^2. Para secciones del conductor de fase superiores a 35 mm^2. La sección del conductor de protección será la mitad de la sección del conductor de fase.

1.7. Protección y medidas de seguridad adoptadas

Al proyectar la instalación se ha tenido en cuenta todo lo señalado por el Vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y, particularmente, las reseñadas al inicio del presente proyecto.

Como medidas de seguridad se pueden considerar las siguientes:

- Todos los circuitos podrán separarse e independizarse en caso de averías, mediante interruptores magnetotérmicos, debidamente calibrados. Es decir, el calibre de éstos no será superior a la máxima intensidad admisible de los conductores que protegen.

- Como protección contra contactos directos se ha elegido el alejamiento de las partes activas fuera del alcance de la mano, en todos los casos en que esto sea posible, según ITC-BT 24, apartado 3.

- Como protección contra contactos indirectos se ha elegido el sistema de puesta a tierra de las masas, así como la utilización de dispositivos de corte por intensidad de defecto. Es decir, la instalación de interruptores diferenciales de alta y baja sensibilidad. Todo ello según ITC-BT 24, apartado 4.

La instalación de toma de tierra será realizada enterrando en zonas de probada humedad, a una profundidad no inferior a 80 centímetros del suelo, el cable desnudo, colocando posteriormente en zonas a determinar picas de acero cobre de 2 metros de longitud. Todo ello, según se describe en la GUÍA-BT 26 se encuentran en la tabla A y Figura A.

La realización de la instalación de toma de tierra será realizada al abrir para los cimientos, en zonas no de relleno y de probada humedad. No hay que olvidar que la instalación de toma de tierra es una protección muy eficaz contra cuando se producen derivaciones a masa.

Todos los motores existentes en la instalación irán protegidos contra sobreintensidades, tal y como se exige en la instrucción ITC-BT 47, apartado 4.

1.8. Conclusión

Con lo anteriormente expuesto y demás documentos que se acompañan, se cree haber descrito suficientemente la instalación en baja tensión proyectada, reflejando su conformidad con la Reglamentación Vigente.

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1. Metodología

La instalación interior se ha proyectado teniéndose en cuenta la máxima intensidad admisible en los conductores utilizados en las diferentes líneas. Así como también la máxima caída de tensión permitida en dichas, según las instrucciones ITCBT-15 y ITC-BT-19.

Las caídas de tensión admisibles son:

- Derivación individual (ITC-BT 15, apartado 3)…… 1,5%
- Instalación de fuerza (ITC-BT 19, apartado 2.2.2.)…….. 5%
- Instalación de alumbrado (ITC-BT 19, apartado 2.2.2.)…… 3%

2.1.1. Cálculo de la sección. Criterio de intensidad de corriente

Se determina el valor de la intensidad a transportar, empleando las siguientes fórmulas:

a) <u>Corriente continua:</u> $I = \frac{F}{V}$

b) <u>Corriente alterna monofásica:</u> $I = \frac{P}{V \cdot cos_{\varphi}} = \frac{S}{V}$

c) <u>Corriente alterna trifásica:</u> $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot cos_{\varphi}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$

d) <u>Motores trifásicos:</u> $I = \frac{P_u}{\sqrt{3} \cdot V \cdot cos_{\varphi} \cdot \eta}$

Donde:

- I = Valor de la intensidad, en amperios
- P = Potencia absorbida, en vatios
- V = Valor de la tensión de la red de alimentación
- Cos φ= Factor de potencia
- η = Rendimiento
- P_u = Potencia útil del motor, en vatios
- S = Potencia aparente, en voltiamperios

2.1.2. Fórmulas a utilizar para determinar la sección

a) <u>Corriente alterna monofásica</u>

Conocida la intensidad: $s = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot e}$

Conocida la potencia: $s = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot V}$

b) <u>Corriente alterna trifásica</u>

Conocida la intensidad: $s = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot e}$

Conocida la potencia: $s = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot V}$

Donde:

- s = Sección mínima del conductor, en mm^2
- L = Longitud simple, de la línea, en metros.
- I = Intensidad a transportar por la línea, en amperios
- Cos φ = Factor de potencia del tramo, en estudio (se toma la unidad).
- C = Conductividad. Recordar que la resistividad de un conductor aumenta con la temperatura, por lo tanto, disminuye su conductividad. Se toman los valores de conductividad a la temperatura máxima que soporta el aislamiento del conductor, resultando ser, para el cobre, 48 si el aislamiento del conductor es de PVC o Z1 (temperatura máxima 70º C) y de 44 si el aislamiento es de XLPE (temperatura máxima 90º C).
- e = Caída de tensión máxima permitida en la línea, en voltios
- V = Tensión, de la línea, en voltios
- P = Potencia a transportar, en vatios

Una vez calculada la sección, se busca el valor comercial más próximo, por exceso.

NOTA: Se toman los valores de 48 para 70 °C y de 44 para 90 °C, que es el caso más desfavorable. Caso de saberse la temperatura máxima a la que está sometido el cable o

conductor, se podrían considerar otros valores debidamente justificados. Caso de no hacerse tal justificación, se tomará para la conductividad los valores dados anteriormente. En la práctica, en la mayoría de las instalaciones de tipo interior, sobre todo en instalaciones de fuerza, la sección elegida con arreglo al criterio de intensidad de corriente, también cumplirá con el criterio de caída de tensión. No obstante, deberá de justificarse, mediante las fórmulas siguientes:

a) <u>Corriente alterna monofásica</u>

Conocida la intensidad: $\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s}$

Conocida la potencia: $\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot s \cdot V}$

b) <u>Corriente alterna trifásica</u>

Conocida la intensidad: $\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s}$

Conocida la potencia: $\Delta V = \frac{L \cdot P}{C \cdot s \cdot V}$

Siendo:

- s = Sección mínima del conductor, en mm^2
- L = Longitud simple, de la línea, en metros
- I = Intensidad a transportar por la línea, en amperios
- Cos φ = Factor de potencia del tramo, en estudio (se toma la unidad)
- C = Conductividad: Se toma para el cobre 48, a una temperatura de 70°C. Y 44 a una temperatura de 90 °C
- ΔV = Caída de tensión en la línea, en voltios.
- V = Tensión, de la línea, en voltios
- P = Potencia a transportar, en vatios

Si el valor de la caída de tensión, no supera el máximo permitido. Se puede afirmar que la sección elegida con arreglo al criterio de intensidad de corriente es válida.

2.1.1. Intensidades máximas admisibles

Las intensidades máximas admisibles se toman de la tabla A.52-1 bis, en las normas UNE 20460-5-523:2004, que sustituye a la Tabla 1 de la instrucción ITC-BT 19. Se estima una temperatura ambiente de 40 °C.

2.2. Derivación individual (DI)

Al existir un único abonado no existe línea general de alimentación. Ya que la empresa distribuidora de energía lleva la alimentación directamente hasta la caja de protección y medida (CPM).

Estimaremos para la instalación un rendimiento del 90% así como un factor de potencia compensado de 0,95. Dada la diversidad de motores y de puntos de luz, estimaremos un factor de simultaneidad (fs) del 70 %.

Receptores	Potencia (W)	Simultaneidad	Potencia demandada (W)
Instalación de fuerza	133.740	70%	93.618,0
Instalación del alumbrado	20.856	70%	14.599,2
TOTAL	154.596		108.217,2

Tabla 12 Determinación de la potencia demandada total en función de la simultaneidad

$$Potencia\ prevista = P_T \cdot f_s = 154.596 \cdot 0{,}7 = 108.217{,}2\ W = 108{,}22\ kW$$

En estas condiciones la intensidad máxima prevista, será de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{108.217{,}2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}95} = 182{,}69\ A$$

Por lo que le corresponde unos fusibles de protección de 200 A. Con lo cual el valor de la intensidad a localizar en la tabla ha de ser igual o superior a:

$$\frac{200}{0.906} = 220{,}75\ A$$

El conductor utilizado en esta línea es un conductor unipolar de cobre, con aislamiento 0,6/1 kV, tipo RZ 1-K (AS) con un aislamiento de Polietileno Reticulado XLPE.

Según Tabla A.52.1 bis, de la norma UNE 20460-5-523:2004, columna 8 (XLPE3), el valor más próximo por exceso al de 220,75 A es de 224 A, que le corresponde una sección de 95 mm^2. Por lo tanto, la composición de la línea será 4x1x95 mm^2, en instalación bajo tubo. Tenemos que la máxima intensidad admisible en los conductores, es de 224 A (bajo tubo en montaje superficial).

Se estima para la línea una longitud máxima de 64 metros. Y se considera, para compensar los efectos de la caída de tensión por reactancia, el cos φ como la unidad. La máxima caída de tensión, prevista será de:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 64 \cdot 182{,}69 \cdot 1}{44 \cdot 95} = 4{,}84\ V = \mathbf{1{,}21}\ \%$$

2.3. Instalación de fuerza

Existen varias líneas (todas ellas de tres fases más neutro 3F+N, donde la sección del neutro, según el apartado 2.2.2. de la ITC-BT 19, será igual a la sección de los conductores de fase). Cada una de las líneas discurre bajo tubo independiente.

Para calcular la sección de dichas líneas, se determina en primer lugar la intensidad base de cálculo, según la ITC-BT 47, apartado 3, para posteriormente elegir la intensidad nominal del magnetotérmico a colocar, en cabecera de línea. El aislamiento de los conductores será de XLPE. La tabla que se emplea es la A:52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523:2004.

Cuando una línea alimente a varios receptores, se considera toda la carga en el extremo más alejado de la misma. Con lo cual los cálculos quedan ampliamente justificados. Con el objetivo de respetar las caídas de tensión en la instalación de fuerza permitidas por la ITC-BT 19, anteriormente mencionada, aumentaremos la sección de los conductores de las líneas con cargas más alejadas y con menos IBC correspondiente.

Esta industria cuenta con 3 cuadros secundarios que se desarrollan a continuación, donde se explica que equipos vienen controlados por cada uno de los cuadros.

- Cuadro general a cuadro secundario 1:
  - Línea 1: sala de elaboración:
    - Calentador
    - Depósito de mezcla
    - Enchufe (cuadro terciario 1)
    - Enchufe (cuadro terciario 2)
    - Enchufe (cuadro terciario 3)
  - Línea 2: sala de refrigeración de agua
    - Equipo de refrigeración de agua
  - Línea 3: sala de tratamiento de agua
    - Equipo de tratamiento de agua
- Cuadro general a cuadro secundario 2:
  - Línea 4: oficina
    - Enchufe para ordenador y usos varios.
  - Línea 5: área social
    - Enchufe
  - Línea 6: vestuarios
    - Enchufes
  - Línea 7: laboratorio
    - Enchufe para ordenador
    - Enchufes para agitador magnético, estufa de desecación, espectrofotómetro, pHmetro y conductímetro, destilador automática García-Tena, baño termostático y balanza de precisión
  - Línea 8: almacén de materias primas
    - Balanza industrial
- Cuadro general a cuadro secundario 3:

- Línea 9: sala de embotellado
  - Detector de metales
  - Etiquetadora autoadhesiva
  - Llenadora monobloque
  - Enchufes para cargadores eléctricos
- Línea 10: sala neumática
  - Compresor de aire
- Línea 11: almacén de producto terminado
  - Equipo de frío

Se van a realizar unos cálculos para cada uno de los cuadros secundarios, necesitando los siguientes datos:

Parámetros del primer cuadro secundario	
Número de fases	3F+N (3x400/230 V)
Intensidad base de cálculo	54,78 A
Intensidad magnetotérmico	57 A
Sección	16 mm^2
Longitud	13,54 m
Factor de potencia	1
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 13 Valores determinados para los cálculos relacionados con el primer cuadro secundario

El primer cuadro se compone por tres líneas, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 37.950\ W = 37{,}95\ kW$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\ \cdot V\ \ \cdot \cos\varphi} = \frac{37.950}{\sqrt{3}\ \cdot\ 400\ \cdot\ 1} = 54{,}78\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 3

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 16 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 54,78 A< 60 A< 73 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 14{,}24 \cdot 54{,}78 \cdot 1}{44 \cdot 16} = 1{,}92\ V = \mathbf{0{,}48}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 32 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

Parámetros del segundo cuadro secundario	
Número de fases	3F+N (3x400/230 V)
Intensidad base de cálculo	34,19 A
Intensidad magnetotérmico	41 A
Sección	10 mm^2
Longitud	24,79 m
Factor de potencia	1
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 14 Valores determinados para los cálculos relacionados con el segundo cuadro secundario

El primer cuadro se compone por tres líneas, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 23.687\ W = 23{,}69\ kW$$
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{23.687}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 34{,}19\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 3

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 10 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 34,19 A< 44 A< 54 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 24{,}09 \cdot 34{,}19 \cdot 1}{44 \cdot 10} = 3{,}24\ V = \mathbf{0{,}81}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 32 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

Parámetros del tercer cuadro secundario	
Número de fases	3F+N (3x400/230 V)
Intensidad base de cálculo	98,37 A
Intensidad magnetotérmico	117 A
Sección	35 mm^2
Longitud	47,61 m
Factor de potencia	1
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 15 Valores determinados para los cálculos relacionados con el tercer cuadro secundario

El primer cuadro se compone por tres líneas, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 68.150\ W = 68{,}15\ kW$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\ \cdot V\ \ \cdot \cos\varphi} = \frac{68.150}{\sqrt{3}\ \cdot\ 400\ \cdot\ 1} = 98{,}37\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 3

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 35 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 98,37 A< 106 A< 119 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}\ \cdot L\ \cdot I\ \cdot\ cos_{\varphi}}{C\ \cdot s} = \frac{\sqrt{3}\ \cdot 48{,}31\ \cdot 98{,}37\ \cdot\ 1}{44\ \cdot 35} = 5{,}34\ V = \mathbf{1{,}34}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 40 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

2.4. Instalación de alumbrado

Tal y como hemos expuesto en la memoria, y puede apreciarse en los planos adjuntos, la iluminación será realizada mediante lámparas de descarga, con el equipo de encendido en alto factor.

Con lo cual y de acuerdo con la Instrucción ITC-BT 44, apartado 3, las líneas de alimentación a los puntos de luz estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus correspondientes armónicas.

Para calcular la sección de dichas líneas, determinaremos en primer lugar la intensidad base de cálculo, de acuerdo con la ITC-BT 44, apartado 3.1, para posteriormente elegir la intensidad nominal del magnetotérmico a colocar, en cabecera de línea. El aislamiento de los conductores será de PVC. La tabla a emplear será la A:52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523:2004.

Para conocer la carga necesaria en voltiamperios, se emplea la siguiente ecuación:

$$S = V \cdot I$$
$$P = V \cdot I \cdot cos\varphi$$

Para cada una de las lámparas que se encuentran en la industria, se dispone de un cosφ=0,85, quedando así justificados los cálculos. Es necesario conocer las diferentes longitudes de cada una de las líneas frente al cuadro general, ya que en este caso no se van a colocar cuadros secundarios de luces. Esto va a depender de cada una de las salas que se encuentren dentro de la industria, quedando de la siguiente manera:

- Almacén de materias primas
- Almacén de materias auxiliares
- Sala de elaboración
- Sala de embotellado
- Almacén de producto terminado
- Sala de tratamiento de agua
- Oficina
- Vestuario (2 vestuarios)
- Aseos visitas (2 aseos de visitas)
- Área social
- Laboratorio
- Sala neumática
- Cuarto de limpieza
- Cuarto de productos químicos
- Sala de refrigeración
- Almacén de herramientas
- Muelle de recepción
- Muelle de expedición
- Pasillo 1
- Pasillo 2

Se van a realizar unos cálculos para cada uno de los cuadros de luces, necesitando los siguientes datos:

Datos necesarios para el cálculo del cuadro secundario 1	
Número de fases	F+N (2x230 V)
Potencia	7.776 W
Intensidad base de cálculo	39,77 A
Intensidad magnetotérmico	49 A
Sección	10 mm^2
Longitud	14,24 m
Factor de potencia	0,85
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 16 Datos determinados para el cálculo del primer cuadro de luces

El cuadro se compone por la potencia de las luces interiores, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 4.320 \cdot 1{,}8 = 7.776\ W = 7{,}78\ kW$$
$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{7.776}{230 \cdot 0{,}85} = 39{,}77\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 2

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 10 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 39,77 A< 49 A< 54 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 14{,}24 \cdot 39{,}77 \cdot 0{,}85}{44 \cdot 10} = 1{,}89\ V = \mathbf{0{,}82}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 20 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

A continuación, se realizan los cálculos para el segundo cuadro de luces:

Datos necesarios para el cálculo del cuadro secundario 2	
Número de fases	F+N (2x230 V)
Potencia	9.705,6 W
Intensidad base de cálculo	49,65 A
Intensidad magnetotérmico	68 A
Sección	16 mm^2
Longitud	24,09 m
Factor de potencia	0,85
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 17 Datos determinados para el cálculo del segundo cuadro de luces

El cuadro se compone por la potencia de las luces interiores, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 5.392 \cdot 1{,}8 = 9.705{,}6\ W = 9{,}7\ kW$$
$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{9.705{,}6}{230 \cdot 0{,}85} = 49{,}65\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 2

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 16 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 49,65 A< 68 A< 73 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 24{,}09 \cdot 49{,}65 \cdot 0{,}85}{44 \cdot 16} = 2{,}50\ V = \mathbf{1{,}09}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 25 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

Por último, se realizan los cálculos para el tercer cuadro de luces:

Datos necesarios para el cálculo del cuadro secundario 3	
Número de fases	F+N (2x230 V)
Potencia	13.363 W
Intensidad base de cálculo	68,35 A
Intensidad magnetotérmico	91 A
Sección	35 mm^2
Longitud	48,31 m
Factor de potencia	0,85
Conductividad	44 m/Wmm^2

Tabla 18 Datos determinados para el cálculo del tercer cuadro de luces

El cuadro se compone por la potencia de las luces interiores, desarrolladas anteriormente. Por ello, la potencia total necesaria para este cuadro es la siguiente:

$$Potencia\ total = 7.424 \cdot 1{,}8 = 13.363\ W = 13{,}36\ kW$$
$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{13.363}{230 \cdot 0{,}85} = 68{,}35\ A$$

Entrando en la tabla A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004):

- B1: conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería
- XLPE 2

Con los datos anteriores introducidos en la tabla, se obtiene una sección de 35 mm^2. Además, tiene que cumplir las siguientes condiciones:

$I_b<I_n<I_z$: 68,35 A< 91 A< 119 A

Siendo:

- I_b: intensidad de empleo o utilización
- I_n: intensidad nominal del aparato de protección
- I_z: intensidad máxima admisible por el conductor

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot cos_{\varphi}}{C \cdot s} = \frac{\sqrt{3} \cdot 48{,}31 \cdot 68{,}35 \cdot 0{,}85}{44 \cdot 35} = 3{,}16\ V = \mathbf{1{,}37}\ \%$$

Se determina que el diámetro del tubo es de 32 mm según la tabla 2, Guía-BT-21.

3. CONCLUSIÓN

A las caídas de tensión calculadas hay que sumarle un 1,43 % de la caída de tensión de la acometida, sumando este valor a cada una de las líneas no se supera en ningún caso el 6 % para fuerza y el 4,5 % para alumbrado.

Para completar este Anejo, se realiza una distribución de luminarias y de fuerza, acompañado de un esquema unifilar de fuerza y de alumbrado.

Anejo Nº10
Instalación de fontanería

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrollan las características técnicas necesarias que debe disponer la instalación de suministro de agua, según se describe en el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico referido a la Salubridad y Suministro de agua (CTE HS-4). En esta norma se diferencian la red de agua fría y la red de agua caliente, la cual se deberá disponer según las necesidades de la industria.

La planta dispone de una red de agua potable vinculada al polígono industrial en el que se encuentra, suficiente para cubrir las necesidades higiénicas y de elaboración.

Para el cálculo de la instalación se ha empleado el *software* CYPE 2019 versión "d"

En el programa se indica una accesibilidad buena, con topografía con desniveles mínimos y un crecimiento de mercado sostenido. La distancia al vertedero más próximo será de 50 km.

En la instalación exterior de las tuberías para la red de fontanería, se ha empleado tuberías de acero galvanizado, mientras que para la instalación interior se han empleado tuberías de polietileno reticulado (PE-Xa). Según lo descrito en el DB-HS4 de Suministro de agua del CTE, para las tuberías metálicas se debe escoger una velocidad de cálculo comprendida entre 0,50 y 2,00 m/s, mientras que para las tuberías termoplásticas y multicapa se escogerá una velocidad de cálculo entre 0,50 y 3,50 m/s.

Para el criterio de simultaneidad en caudal, se sigue la norma UNE 149201:2008 sobre el "Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios".

Se preinstala un contador en la fachada donde se sitúa la toma de la acometida, seguida de una llave de abonado de latón y tipo de asiento con maneta con unión roscada, tras el cual se dispone de un sistema antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo. Además, se dispondrán de sistemas antirretorno antes del equipo de refrigeración de agua y del equipo de tratamiento de agua.

Se instala una caldera de condensación a gas mural con un sistema de producción de agua caliente sanitaria (A.C.S) que genera una temperatura de impulsión de 40°C. Esta caldera se situará en el almacén de herramientas para no bloquear el paso de personal y vehículos, así como no producir molestia al personal y disponer de herramientas cercanas en caso de avería.

En el momento de la instalación, las tuberías de A.C.S. se disponen encima de las tuberías de agua fría para evitar que se produzcan condensaciones en las tuberías que enfríen la temperatura de las tuberías de A.C.S.

2. CAUDAL DE LOS APARATOS INCLUIDOS EN LA INSTALACIÓN

Aparatos	Caudal instantáneo mínimo (L/s)		Nº aparatos	Consumo total (L/s)	
	Agua fría	A.C.S.		Agua fría	A.C.S.
Lavabo pequeño	0,10	0,065	8	0,80	0,52
Ducha	0,20	0,10	2	0,40	0,20
Inodoro con cisterna	0,1	-	6	0,60	-
Grifos racor manguera	0,15	-	2	0,30	-
Grifo para alimentación de enjuagadora de botellas	0,26	-	1	0,26	-

Tabla 1 Diferentes consumos de la instalación de fontanería

2.1. Instalación de agua fría

Las necesidades de las diferentes salas de agua fría serán:

- Vestuarios:
  - 4 lavabos pequeños: 0,40 L/s
  - 2 duchas: 0,40 L/s
  - 4 inodoros con cisterna: 0,40 L/s
  - TOTAL: 1,20 L/s
- Laboratorio:
  - 2 lavabos pequeños: 0,20 L/s
  - TOTAL: 0,20 L/s
- Aseos de visitas:
  - 2 lavabos pequeños: 0,20 L/s
  - 2 inodoros con cisterna: 0,20 L/s
  - TOTAL: 0,40 L/s
- Sala de elaboración:
  - 2 grifos con racor para manguera: 0,30 L/s
  - TOTAL: 0,30 L/s
- Sala de embotellado:
  - 1 grifo para alimentación de la enjuagadora: 0,26 L/s
  - TOTAL: 0,26 L/s

Esto hace que se dispongan de unas necesidades de agua fría totales de 2,36 L/s

2.2. Instalación de agua caliente

Las necesidades diferenciadas por salas en lo referente a A.C.S. serán:

- Vestuarios:
  - 4 lavabos pequeños: 0,26 L/s
  - 2 duchas: 0,20 L/s
  - TOTAL: 0,46 L/s

- Laboratorio:
  - 2 lavabos pequeños: 0,13 L/s
  - TOTAL: 0,13 L/s
- Aseos de visitas:
  - 2 lavabos pequeños: 0,13
  - TOTAL: 0,13 L/s

Esto hace que se dispongan de unas necesidades de A.C.S. en la planta de 0,72 L/s.

2.3. Datos incluidos en el cálculo de la instalación

La acometida de la instalación dispondrá de un caudal bruto de 3,08 L/s y un caudal incluyendo la simultaneidad de 0,83 L/s, siendo este suficiente para cubrir las necesidades de los aparatos. La presión que dispone la acometida será de 54,5 m.c.a. (534,45 kPa), los cuales hace que llegue a cada aparato a la presión necesaria.

3. CÁLCULOS DE LA PÉRDIDA DE CARGA

Se debe tener en cuenta que la presión mínima para grifos comunes deberá ser de 100 kPa y la presión mínima para fluxores y calentadores deberá ser de 150 kPa. Además, la presión nunca superara los 500 kPa. El punto de la instalación más desfavorable (tramo 9-10), se trata de un grifo común con una presión de entrada de 10,25 m.c.a. o 100,5 kPa, cumpliendo las exigencias mínimas incluidas en el Documento Básico. Además, en ningún otro equipo se encuentran valores menores a 150 kPa de presión de entrada ni se superan los 500 kPa máximos. Por tanto, no es necesaria la instalación de un grupo de presión.

3.1. Cálculo de pérdidas de carga continuas

Para la determinación de las pérdidas de carga continuas el programa técnico emplea la ecuación de Darcy-Weisbach, siendo esta la más exacta para los cálculos hidráulicos de la instalación de fontanería.

La fórmula en relación al caudal es la siguiente:

$$h = 0{,}00826\, x\, f \;\; x \left(\frac{Q^2}{D^5}\right) x\, L$$

Siendo:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- f: coeficiente de fricción (adimensional)
- L: longitud de la tubería (m)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- v: velocidad media (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s2)
- Q: caudal (m3/s)

EL coeficiente de fricción "f" será calculada a través del diagrama de Moody, el cual relaciona el número de Reynolds con el coeficiente de rozamiento.

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

El número de Reynolds vendrá en función de:

- v: velocidad (m/s)
- D: diámetro (m)
- ρ: densidad del fluido (kg/m3)
- μ: viscosidad del fluido (N·s/m2)
- εr, rugosidad relativa de las paredes de la tubería (adimensional)

3.2. Cálculo de pérdidas de carga localizadas

El programa técnico empleado para el cálculo estima las pérdidas de carga localizadas en un 20-30% de las pérdidas de carga continuas.

3.3. Valores calculados de pérdidas de carga por tramos

Tramo	Perdidas de carga del tramo (kPa)
1-2	1,86
2-3	0,69
3-4	3,53
4-5	87,37
5-6	96,79
6-7	8,34
7-8	37,07
8-9	70,80
9-10	67,17

Tabla 2 Pérdidas de carga de cada tramo

4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

En el programa empleado para el cálculo de la instalación, una vez conociendo los caudales necesarios para el agua fría y A.C.S., el programa es capaz de calcularte las dimensiones de la instalación, así como factores importantes como la velocidad del agua o la pérdida de carga.
El programa diferencia 3 tramos: la acometida, los tubos de alimentación que se sitúan entre la acometida y el interior de la nave y la propia instalación interior.

4.1. Acometida

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
1-2	1.62	1.95	2.20	0.38	0.83	0.30	27.30	25.00	1.42	0.19	54.50	54.01

Abreviaturas utilizadas			
L_r	*Longitud medida sobre planos*	D_{int}	*Diámetro interior*
L_t	*Longitud total de cálculo (L_r + L_{eq})*	D_{com}	*Diámetro comercial*
Q_b	*Caudal bruto*	v	*Velocidad*
K	*Coeficiente de simultaneidad*	J	*Pérdida de carga del tramo*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidad (Q_b x K)*	P_{ent}	*Presión de entrada*
h	*Desnivel*	P_{sal}	*Presión de salida*

Tabla 3 Cálculo hidráulico de la acometida de la instalación

La acometida dispone de una llave de toma en la tubería de distribución de la red exterior, una tubería que vaya de la llave de corte hasta la toma de corte general y una llave de corte en el exterior de la propiedad.

La toma de acometida a la red de suministro de agua estará enterrada, situada próxima a la caldera de A.C.S., las tuberías de la acometida estarán fabricadas en acero galvanizado según la UNE 19048, con una presión nominal de 10 atmosferas. Su caudal disponible vendrá en función de su diámetro. La presión que nos proporciona la empresa suministradora de agua debe ser igual o superior a 54,5 m.c.a. La arqueta empleada será una arqueta prefabricada de polipropileno.

4.2. Tubos de alimentación

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	0.62	0.74	2.20	0.38	0.83	-0.30	27.30	25.00	1.42	0.07	50.01	49.74

Abreviaturas utilizadas			
L_r	*Longitud medida sobre planos*	D_{int}	*Diámetro interior*
L_t	*Longitud total de cálculo (L_r + L_{eq})*	D_{com}	*Diámetro comercial*
Q_b	*Caudal bruto*	v	*Velocidad*
K	*Coeficiente de simultaneidad*	J	*Pérdida de carga del tramo*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidad (Q_b x K)*	P_{ent}	*Presión de entrada*
h	*Desnivel*	P_{sal}	*Presión de salida*

Tabla 4 Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación

Los tubos de alimentación serán aquellas tuberías que se disponen exteriormente y se encuentran entre la acometida y las tuberías propias de la instalación interior de la nave. Estarán fabricadas en acero galvanizado según la UNE 19048 e irán enterradas para lo bloquear el movimiento de vehículos.

4.3. Instalación interior

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.78	0.94	2.20	0.38	0.83	0.00	20.40	25.00	2.55	0.36	49.74	49.38
4-5	Instalación interior (F)	15.15	18.18	0.90	0.57	0.51	0.00	16.20	20.00	2.48	8.91	49.38	40.47
5-6	Instalación interior (F)	19.05	22.86	0.80	0.60	0.48	0.00	16.20	20.00	2.31	9.87	40.47	30.09
6-7	Cuarto húmedo (F)	1.64	1.97	0.80	0.60	0.48	0.00	16.20	20.00	2.31	0.85	30.09	29.24
7-8	Cuarto húmedo (F)	2.64	3.17	0.60	0.67	0.40	0.00	12.40	16.00	3.33	3.78	29.24	25.46
8-9	Cuarto húmedo (F)	8.11	9.74	0.40	0.78	0.31	0.00	12.40	16.00	2.58	7.22	25.46	18.25
9-10	Puntal (F)	17.46	20.95	0.20	1.00	0.20	0.60	12.40	16.00	1.66	6.85	18.25	10.79

Abreviaturas utilizadas			
T_{tub}	*Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)*	D_{int}	*Diámetro interior*
L_r	*Longitud medida sobre planos*	D_{com}	*Diámetro comercial*
L_t	*Longitud total de cálculo (L_r + L_e)*	v	*Velocidad*
Q_b	*Caudal bruto*	J	*Pérdida de carga del tramo*
K	*Coeficiente de simultaneidad*	P_{ent}	*Presión de entrada*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidad (Q_b x K)*	P_{sal}	*Presión de salida*
h	*Desnivel*		

Tabla 5 Cálculo hidráulico de la instalación interior

Las tuberías interiores estarán fabricadas en tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5 con una presión nominal de 6 atm según queda dispuesto en la norma UNE-EN ISO 15875-2. La velocidad del agua en el interior de la nave se encuentra entre 1,66 y 3,33 m/s, dependiendo de su localización y necesidades de consumo.

Las derivaciones de los equipos de saneamiento dispuestos en la instalación interior deben respetar los diámetros nominales mínimos del ramal de enlace descritos en la tabla 4.2. del DB-HS4 mostrada a continuación:

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	*Diámetro nominal* del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12

Tabla 6 Diámetros mínimos de las derivaciones de los aparatos

En este caso, se tratan de tubos de plástico y en ningún caso (tal como se muestra en la Tabla 4 del presente anejo), superan estos diámetros.

Dado que para que el A.C.S. debe recorrer más de 15 metros de tubería hasta llegar al consumo, es obligatorio la incorporación de una red de retorno de A.C.S. según lo dispuesto en el CTE DB-HS 4. Este se instala de forma paralela a la red de impulsión de A.C.S. y permite una eficiencia y ahorro energético necesario. Su diámetro nominal será como mínimo de 20 mm para que cumpla con las necesidades planteadas.

En cuanto al resto de equipos sanitarios incluidos en la instalación de fontanería, se determina que el ramal que los conecta con la tubería tendrá un diámetro nominal de 16 mm.

Se dispone además de una electrobomba centrífuga de circulación de hierro fundido y 3 velocidades con una potencia de 0,071 kW, por la que pasa un caudal de 0,07 L/s y dispone de una presión de 0,74 m.c.a.

En cuanto al aislamiento térmico de la instalación, se dispone de coquilla de espuma elastomérica alrededor de las tuberías en la instalación interior de A.C.S.

4.4. Resumen de la instalación de fontanería

Ubicación	Material	Tramo	Diámetro comercial (mm)	Longitud (m)
Acometida	Acero galvanizado	1-2	25	1,62
Tubos de alimentación	Acero galvanizado	2-3	25	0,62
Instalación interior	Poliestireno reticulado	3-4	25	0,78
		4-5	20	15,15
		5-6	20	19,05
		6-7	20	1,64
		7-8	16	2,64
		8-9	16	8,11
		9-10	16	17,46

Tabla 7 Resumen de la instalación de fontanería

Anejo Nº11
Instalación de tratamiento de agua

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del Anejo será desarrollar la instalación de tratamiento de agua, para conseguir un agua apropiada para elaborar el producto buscado. El agua procedente de la red de distribución de Logroño, pese a que los análisis muestran un agua apta para el consumo humano según el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, no dispone de las características de dureza necesarias para el producto deseado. Además, se debe asegurar la ausencia absoluta de cualquier elemento, ya sea físico, químico o biológico, que afecte o pueda afectar a las propiedades del producto y, sobretodo, que no pueda significar un riesgo para la salud humana.

Las características del agua disponible de la red de distribución de Logroño y las características buscadas para el producto vienen descritas en el Anejo Nº2 subapartado 1.2.2.

El agua necesaria para la elaboración del producto es de muy baja dureza (0-5 ºF), mientras que el agua se puede extraer de la red de distribución tiene mucha dureza (19ºF). Por lo tanto, es necesario disminuir entre 14 y 19 ºF para disponer de un agua adecuada para su elaboración.

Para esto, se dispone de un equipo de osmosis inversa descrito en el Anejo Nº3 subapartado 2.1.11., el cual dispone además de un filtro de carbón activo incorporado para la retención de gases y olores indeseables, un sistema de ósmosis inversa que produce un ablandamiento del agua, sin que se dé un intercambio catiónico.

Las necesidades iónicas del agua que se emplea en la industria será:

Parámetro	Necesidades	Presencia en el agua de red
Calcio	50-100 ppm	58,4 ppm
Bicarbonatos	< 50 ppm	133,02 ppm
Sulfato	0-70 ppm	77,9 ppm
Sodio	<150 ppm	8,6 ppm
Cloro	<200 ppm	1,2 ppm

Tabla 1 Valores idóneos de iones en el agua para elaboración

2. NECESIDADES DE AGUA TRATADA

El agua tratada se empleará únicamente en la elaboración del producto desde el tanque de mezcla. Se considera despreciable el residuo de agua que se aloja en las botellas tras su lavado, por lo que no sería necesario el empleo de agua tratada en ese punto del proceso dado que se vería incrementado notablemente el consumo de agua tratada y su consiguiente coste.

Para evitar cualquier tipo de complicación en el futuro, como fugas o ampliaciones en la producción y para evitar problemas con el caudal, se sobredimensiona la instalación con un 10%.

Para el proceso de elaboración es necesario aproximadamente 2.023 L diarios para el tanque de mezcla. Aplicando el sobredimensionamiento del 10%, obtenemos un valor de 2.226 L diarios. Se estima que el llenado de tanque de mezcla con agua de elaboración ocupa un máximo de 15 minutos, para que de tiempo en una hora a la mezcla homogénea y calentamiento de esta.

Esto hace que para satisfacer la demanda de agua tratada en todos los procesos sea necesario un caudal mínimo de 556,5 L/h o 0,56 m^3/h.

3. SELECCIÓN DEL EQUIPO

En el presente capítulo, se indica las características que debe disponer el equipo para cumplir con las necesidades de la industria.

El primer tratamiento realizado será con un sistema de carbón activo integrado para retener gases disueltos, olores, sabores o colores indeseados. Estos contaminantes se retienen por disponer de polaridad positiva y quedar atraídos por las cargas negativas del carbón.

El segundo tratamiento es la propia osmosis inversa en la cual tiene un rendimiento desalinizador mínimo del 99%, para conseguir la dureza buscada y asegurar que no existe ningún elemento que pueda perjudicar la elaboración.

El equipo debe funcionar de forma coordinada con la red de distribución de agua del polígono, para que sea posible el uso del agua tratada en el momento de su uso de forma manual.

La presión de trabajo de la instalación es de 6 atmósferas como máximo, dimensionando las tuberías en función de esta presión.

La tubería empleada para el equipo, se dimensiona teniendo en cuenta el caudal y la velocidad de entrada y salida del agua empleando la fórmula:

$$S = \frac{Caudal}{Velocidad}$$

Sabiendo, por tanto, la velocidad a la que fluye el agua por las tuberías en los diferentes tramos, podemos determinar el diámetro necesario de las tuberías instaladas:

Tramo	Caudal (m^3/s)	Velocidad (m/s)	Diámetro calculado (mm)	Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)
Entrada-salida del equipo	0,60	2,5	240	280	263,6
Tanque de mezcla	0,56	3,5	160	180	169,4

Tabla 2 Cálculo de las tuberías de la instalación de tratamiento de agua

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las tuberías estarán fabricadas en PVC por su ligereza y coste frente a las tuberías de acero inoxidable. Además, esto favorece su mantenimiento en caso de avería y no aportan sabores ni olores.

Para que no se produzcan turbulencias y pérdidas de presión, se busca que las tuberías estén formadas por el mayor número de tuberías rectas, evitando en lo posible los codos o las válvulas.

Estas tuberías se encontrarán ancladas a la pared mediante sujeciones metálicas fijas a la pared con tornillos de acero inoxidable A-12 para que, en caso de alguna avería, sea posible su sustitución.

Estas tuberías fijas no deben interrumpir las salidas de emergencia ni ninguna ruta de evacuación, por lo que se llevarán por la parte superior de estas.

5. ANÁLISIS DE CONTROL Y LIMPIEZA

Dado a la importancia que tiene el agua como materia prima del proceso de elaboración, son necesarios análisis periódicos en laboratorios externos para determinar la calidad del agua y ver si el equipo de tratamiento de agua se encuentra realizando su función adecuadamente. Además, se debe mantener el equipo en buenas condiciones y realizar los mantenimientos sugeridos por el fabricante.

A continuación, se describen los elementos de la instalación que deben ser renovados o inspeccionados con periodicidad para el correcto funcionamiento de esta.

5.1. Filtro de carbón activo

El filtro de carbón activo incorporado, a medida que reacciona con el agua de la red, va perdiendo sus propiedades químicas y debe ser renovado con una periodicidad anual por algún trabajador interno de la industria.

Sin embargo, el carbón activo puede aguantar desde 2 a 3 años sin perder sus propiedades, sin embargo, dado que no tiene gran incidencia económica, es recomendable cambiarlo anualmente para evitar que sin ser planeado se haya agotado a mayor velocidad de lo pensado inicialmente y se deba de parar y reformar el proceso productivo.

5.2. Membranas semipermeables

Las membranas semipermeables del equipo de ósmosis inversa deben ser cambiadas cada 24-36 meses para que no se produzcan el deterioro temprano del equipo, garantizar su correcto funcionamiento, mantener el buen sabor y la calidad del agua de elaboración, además de evitar la presencia de microorganismos que podrían haber anidado en el equipo.

Las membranas semipermeables vendrán recogidas en unos cartuchos, los cuales se pueden sustituir de una forma rápida y sencilla.

5.3. Filtros del equipo

Como se menciona en la descripción del equipo (Anejo Nº3 subapartado 2.1.11), el equipo dispone de 3 filtros extra además del tratamiento con carbón activo y las membranas semipermeables.

El primero de ellos es un filtro de sedimentos que deberá ser renovado cada 6-12 meses, al igual que el siguiente filtro de 5 micras. El último filtro o postfiltro es recomendable su renovación a los 12 meses dado que existen menor cantidad de partículas que puedan dañar el filtro en este punto.

El recambio de los filtros, al igual que ocurre con las membranas semipermeables, viene en formato de cartucho para poderse sustituir rápidamente.

5.4. Equipo general

Además de los elementos citados anteriormente, se debe realizar un mantenimiento general del equipo cada 6-12 meses, aprovechando algún cambio de filtro o membrana semipermeable.

Esto permite inspeccionar interiormente el equipo y realizar las labores de mantenimiento como eliminación de fugas en las válvulas, renovar el recubrimiento epóxico de la superficie interna del tanque, etc.

El mantenimiento general llevará aproximadamente entre 30 y 60 minutos, por lo que se debe planificar con anterioridad para no coincidir con labores imprescindibles del proceso productivo, dado que el mantenimiento de estos elementos del equipo queda bajo responsabilidad de la industria.

5.5. Resumen de las materias de la instalación

Por lo consiguiente a la instalación, es necesario planificar una recepción y almacenamiento de productos auxiliares para el mantenimiento del equipo de tratamiento de agua, las cuales se dispondrán en una estantería en la misma sala de tratamiento de agua.

Materias	Tiempo de sustitución	Suministro
Filtro de carbón activado	1 año	Anual
Membranas semipermeables	2-3 años	Bianual
Filtro de sedimentos	6-12 meses	Anual
Filtro 5 micras	6-12 meses	Anual
Postfiltro	12 meses	Anual

Tabla 3 Resumen de los elementos auxiliares recambiables de la instalación de tratamiento de agua

Anejo Nº12
Instalación neumática

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se desarrolla lo relacionado con el empleo del aire comprimido en el proceso de elaboración, según lo dispuesto en el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

La fuerza neumática o la proveniente del aire comprimido es la que permite que se lleven a cabo las operaciones propias de la embotelladora, ya que esta dispone de válvulas electroneumáticas, que se activan eléctricamente, pero es necesaria esa presión de aire para realizar un funcionamiento adecuado. Además, es necesario para el funcionamiento de la bomba de doble diafragma.

El compresor de aire será el equipo que permite al aire actuar con una presión y velocidad adecuadas para poner en funcionamiento de la bomba de doble diafragma y la taponadora y llenadora de la sala de embotellado.

En los siguientes apartados, se desarrollarán los cálculos de dimensionamiento de tuberías necesarias para la instalación, encontrando el comprensor de aire en la sala neumática.

2. NECESIDADES DE AIRE COMPRIMIDO

Las necesidades de aire comprimido de cada equipo vendrán indicadas en la ficha técnica de cada equipo. En la sala de embotellado, encontramos la bomba de doble diafragma que necesita un caudal de 0,4 m^3/min de aire comprimido, la llenadora-taponadora que necesita 0,2 m^3/min para el funcionamiento de las válvulas de la llenadora y 0,3 m^3/min de aire comprimido para la tapadora.

Por tanto, es necesario en total un caudal mínimo de aire comprimido de 0,9 m^3/min, el cual se mayora un 10% para cubrir las posibles averías que puedan aparecer, dando un total de 1,0 m^3/min suministrando el compresor de aire un total de 1,2 m^3/min.

3. SELECCIÓN DEL EQUIPO

3.1. Compresor

El equipo se describe en el Anejo Nº3 apartado 2.2.4., en el cual se debe de tener en cuenta la presión y caudal mínimo que suministra este equipo para que sea el suficiente para cubrir las necesidades de la bomba de doble diafragma y la llenadora y taponadora. El equipo suministra 1,2 m^3/min de aire comprimido con una presión máxima de 11 bar, siendo esta suficiente para el adecuado funcionamiento de los equipos.

Se trata de un compresor de aire diseñado para reducir los problemas de ruido que estos equipos suelen disponer sobre los puestos de trabajo. Además, se dispone una sala aneja (sala neumática) para reducir al máximo posible la incidencia de este ruido sobre los trabajadores.
También se escoge este equipo pensando en los futuros mantenimientos, siendo este un modelo con un diseño compacto y de fácil mantenimiento.

3.2. Tanque acumulador de aire comprimido

En la instalación neumática es importante disponer de un almacenamiento del aire comprimido para su distribución. Esto favorece el descanso del compresor, lo que alarga su vida útil, y mantiene un caudal de aire comprimido homogéneo con una presión adecuada. El depósito está construido en acero y dispone de manómetro, grifo de purga y válvula de seguridad, además de los racores adecuados para las conexiones.

Hay que asegurarse que el depósito cumpla las Directivas CE 2014/29/EU.

Para dimensionar el depósito, es necesario conocer el caudal de aire comprimido suministrado por el compresor y aplicar la siguiente fórmula:

$V = k \cdot Q$; en donde V es el volumen del depósito buscado, k es una constante relacionada con el tiempo de uso empleado el equipo y comprendida entre 0,2 y 0,5 y Q es el caudal de aire comprimido en m^3/s.

Por tanto, se calcula V como:

$V = 0,3 \times 1,2 = 0,36\ m^3 = 360\ L$

Por lo tanto, se dimensiona el tanque acumulador de 500 L:

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE ACUMULADOR DE AIRE COMPRIMIDO	
Fabricante	*FISALIS*
Modelo	*FSV-50011*
Presión máxima	11 bar
Conexión	1’’ G
Diámetro	600 mm
Altura	2.050 mm
Peso	135 kg
Localización	Sala neumática

Tabla 1 Características del tanque acumulador de aire comprimido

3.3. Tubería principal para la instalación neumática

Empleando la calculadora *on-line* de la casa comercial *KAESER COMPRESORES®* en el cálculo de tuberías neumáticas, introduciendo los datos conocidos se puede obtener los siguientes datos de la instalación de tuberías, considerando que en la tubería neumática principal dispone de 3 codos:

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS NEUMÁTICAS	
Caudal máximo de trabajo	1 m^3/min
Caída de presión máxima	0,1 bar
Presión de trabajo	6 bar
Longitud de las tuberías neumáticas	19,4 m
Tamaño de la tubería	DN20
Diámetro interno de la tubería	22,3 mm
Velocidad del aire	12,45 m/s
Rugosidad interna de la tubería	0,05 mm

Para este cálculo se ha empleado la siguiente ecuación en donde:

- l = longitud de la tubería en m
- d = diámetro interno de la tubería en m
- v = velocidad del aire en m/s
- Δp = caída de presión en Pa
- μ = coeficiente de fricción
- ρ = densidad (kg/m^3)

$$\Delta p = \frac{\mu \cdot l \cdot v^2 \cdot \rho}{2d}$$

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para un buen diseño de la instalación, se debe evitar cualquier elemento que pueda provocar caídas de presión como codos, válvulas o una rugosidad elevada. Por ello, se han dispuesto el menor número de codos posible (3) y se han adquirido tuberías neumáticas de bajo índice de rugosidad (0,05 mm).

Las tuberías neumáticas no pueden bloquear rutas de evacuación o puertas, por lo que se disponen sujetas a la pared con racores atornillados a una altura suficiente para no bloquear las puertas o rutas de evacuación. Cuando llegan a la altura necesaria, la tubería desciende verticalmente hasta el suelo, donde se conectará con la bomba de diafragma o la llenadora-taponadora de forma subterránea.

Las tuberías deben de ser dispuestas de tal forma que tengan el mejor acceso posible para su mantenimiento.

En la tubería principal, la velocidad a la que circula el aire comprimido es de 12,45 m/s como se ha dicho anteriormente, mientras que las tuberías secundarias que se conectan con la bomba de doble diafragma y la taponadora-llenadora tendrá una velocidad de 24,90 m/s.

Las tuberías neumáticas serán de acero galvanizado, dado que para el transporte de aire comprimido son recomendadas al no provocar corrosión y disponer de mayor vida útil con esta función que con PVC y reducir las fugas.

Anejo Nº13
Instalación frigorífica

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrollarán los cálculos correspondientes a la instalación de refrigeración del almacén de producto terminado y para los depósitos de fermentación, así como los aislamientos térmicos necesarios para dicho almacén.

Las botellas de producto terminado, pese a que la hidromiel es muy estable debido a sus propiedades físico-químicas, puede verse alterada por temperaturas elevadas durante un tiempo prolongado. En los meses de julio y agosto, tal como se aprecia en el Anejo Nº1 relacionado con el estudio del medio físico, la temperatura máxima de la zona puede llegar a los 29,4 °C, siendo esta una temperatura demasiado elevada para la adecuada conservación del producto.

En el caso del almacén de materias primas no sería necesaria la instalación de un sistema de refrigeración ya que la miel de abeja resiste las variaciones térmicas y el producto no sufriría ninguna modificación.

Es por esto, por lo que se decide instalar un sistema de refrigeración que permita que la sala se encuentre constantemente en torno a 13 °C máximos para permitir la conservación en los meses más calurosos durante las dos semanas máximo que permanecen en el almacén de producto terminado.

El equipo, trabajará únicamente cuando sea necesario, es decir, cuando la temperatura exterior haga que el almacén supere los 13 °C. Esto supondrá un importante ahorro en el costo de la instalación.

El calor que existe en el interior y que es el causante del incremento de la temperatura del almacén, se compone del calor que libera el producto más el calor que se genera en el ambiente.

El aislamiento se instala para evitar que el frío generado por el sistema de refrigeración no se pierda, empleando paneles sándwich o paneles compuestos, compuesta de capas metálicas y materiales de aislamiento como espuma de poliuretano, lana de roca, poliestiereno, etc. Dispone de un peso muy ligero, mucha prefabricación, buenas características aislantes y menor coste de montaje, siendo esta la opción más viable.
Este aislante se empleará indistintamente en paredes y techos, dado que tiene un tiene una conductividad térmica típica de 0,020-0,024 W/m·°C y una densidad relativa de 40 kg/m^3. Para los suelos se dispondrá de un aislante basado en algodón reciclado 80% aglomerado con resina epoxi y lámina de aluminio con una conductividad térmica de 0,032 W/m·°C y una densidad relativa de 60 kg/m^3.

2. TEMPERATURA DE CÁLCULO

Primeramente, se debe conocer las temperaturas anuales medias y máximas de la zona en donde se localiza la industria proyectada. Para ello, se remiten las tablas de temperaturas y humedad relativa desarrollada en el Anejo Nº1:

FECHA	TEMPERATURA (°C)			TEMPERATURAS EXTREMAS (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	
ENERO	16,0	-2,7	5,9	9,3	2,7	79,4
FEBRERO	18,2	-1,9	6,1	10,4	2,4	75,5
MARZO	22,6	0,1	9,1	14,6	4,5	68,2
ABRIL	25,6	1,9	11,9	17,6	6,9	67,2
MAYO	29,5	2,2	14,4	20,8	8,7	64,7
JUNIO	34,8	8,8	19,4	26,3	13,6	61,5
JULIO	36,4	11,3	21,8	29,3	15,7	59,7
AGOSTO	36,5	10,7	21,9	29,4	15,7	57,8
SEPTIEMBRE	32,0	7,9	18,7	25,2	13,2	64,5
OCTUBRE	27,8	2,8	14,6	20,3	9,8	70,4
NOVIEMBRE	20,4	-0,1	9,2	13,0	6,0	80,7
DICIEMBRE	16,1	-2,2	6,2	9,7	3,1	82,4

Tabla 1 Temperaturas en los últimos 10 años en Logroño

Con esta información obtenemos los siguientes datos de cálculo:

- Temperatura media del mes más cálido (T_{me}): 21,9 °C
- Temperatura máxima del mes más cálido ($T_{máx}$): 29,4 °C
- Humedad relativa media: 69,33 %
- Temperatura de cálculo (T_c):
  $T_C = 0{,}4 \cdot T_{me} + 0{,}6 \cdot T_{max} = 0{,}4 \cdot 21{,}9 + 0{,}6 \cdot 29{,}4 = 26{,}4$ °C

Conociendo estas temperaturas de cálculo, se puede determinar la temperatura más desfavorable que recibirá cada una de las fachadas de la industria mediante el empleo de unas fórmulas que relacionan las zonas de exposición:

Orientación	Temperaturas medias (°C)		Temperatura de cálculo (°C)	
Norte	$0{,}6 \cdot T_{Me}$	13,1	$0{,}6 \cdot T_C$	15,84
Sur	T_{Me}	21,9	T_C	26,4
Este	$0{,}8 \cdot T_{Me}$	17,5	$0{,}8 \cdot T_C$	21,1
Oeste	$0{,}9 \cdot T_{Me}$	19,7	$0{,}9 \cdot T_C$	23,8
Cubierta	$T_{Me} + 12$	33,9	$T_C + 12$	38,4
Suelo	$\frac{T_{ME} + 15}{2}$	18,5	$\frac{T_C + 15}{2}$	20,7
Paredes interiores	$0{,}75 \cdot T_{Me}$	16,4	$0{,}75 \cdot T_C$	19,8

Tabla 2 Temperaturas más desfavorables de cada fachada, cubierta, suelo y paredes interiores

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Como se ha dicho, el almacén de producto terminado debe encontrarse a 10°C sin que existan variaciones de temperaturas bruscas con una humedad relativa de un 6%.

En el caso del enfriamiento de los depósitos durante la fermentación, el agua enfriada llegará a las camisas de refrigeración a través de tuberías aislantes las cuales circularán sujetas a la pared mediante pernos de sujeción y en el caso del tramo de tuberías que circula por el interior de la sala, se realizará de forma enterrada hasta pie de depósito para evitar el bloqueo de las vías de evacuación y pase de la maquinaría.

Las tuberías de retorno circularán paralelas a las tuberías de suministro.

Las tuberías serán de polietileno reticulado según la UNE 53.415 y las tuberías de suministro llevarán incorporadas un aislamiento térmico con coquilla rígida de lana de vidrio para evitar el calentamiento del agua.

4. AISLAMIENTO

Se instalará un aislamiento térmico con un espesor determinado en cálculo en las paredes del almacén para evitar que se pierda el aire frio por las paredes, suelo y techo. Se estima que las pérdidas máximas del almacén de producto terminado no deben superar las 8 kcal/h a la hora de realizar los cálculos pertinentes.

4.1. Método de cálculo

Los cálculos, tablas y ecuaciones vienen descritos en la Norma Básica de Edificación del Código Técnico número 79 sobre las condiciones térmicas de los edificios.

Para determinar el calor máximo que permite el almacén, se emplea la siguiente fórmula:

$Q = A \cdot K \cdot \Delta T$

Siendo:

- Q: transferencia de calor medido en W
- A: superficie del almacén de producto terminado en m^2
- K: coeficiente global de transferencia de calor medido en $W/m^2 \cdot °C$
- ΔT: variación de temperaturas entre el exterior y el interior del almacén de producto terminado en °C

En el almacén se instala un aislamiento homogéneo en todas sus superficies, y, por tanto, se emplea la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{e}{k_i} + \frac{1}{h_e}$$

Siendo:

- K: coeficiente global de transmisión de calor, medido en $W/m^2 \cdot °C$
- h_i y h_e: coeficientes superficiales de transmisión de calor por convección del interior y del exterior de la cámara, medido en $W/m^2 \cdot °C$
- e: espesor del aislamiento medido en m
- k_i: conductividad térmica del aislamiento medido en $W/h \cdot m \cdot °C$

4.2. Cálculo de espesores de aislante en el almacén de producto terminado

Las pérdidas de frío en el almacén de producto terminado se producen a través de paredes, suelo y techo, debiendo considerar estas superficies a la hora del cálculo de las pérdidas máximas admisibles.

La resistencia que aportará el aislante en este caso, vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{K} = \frac{e}{k_i}$$

Los espesores de los aislantes de las paredes del almacén de producto terminado, se calcula con la siguiente ecuación:

$$e = \frac{k \cdot (T_{ext} - T_{int})}{q}$$

Siendo:

- K: la conductividad del aislante escogido (0,023 W/m · °C)
- T_{ext}: temperatura del exterior del almacén en °C
- T_{int}: temperatura del interior del almacén en °C
- q: la pérdida admisible del almacén medida en W/m^2 (8 W/m^2)

Las paredes exteriores del almacén se encuentran orientadas mayoritariamente al sur, con una temperatura máxima de 26,4 °C. La pared oeste, tendrá la temperatura media proveniente del almacén de materias auxiliares y la sala de limpieza, disponiendo para el cálculo la temperatura más desfavorable de 21 °C. La pared norte tomará la temperatura proveniente del pasillo central (18°C) y en la pared este será la temperatura aportada por la sala de embotellado y el muelle de expedición (19°C)

	Pared norte	Pared sur	Pared este	Pared oeste	Suelo	Techo
Temperatura externa (°C)	18	26,4	19	21	22	41
Temperatura interna (°C)	13	13	13	13	13	13
Pérdida admisible (W/m²)	8	8	8	8	8	8
Coeficiente térmica K (W/m · °C)	0,022	0,022	0,022	0,022	0,032	0,022
Espesor calculado (cm)	1,4	3,7	1,7	2,2	3,6	7,7

Tabla 3 Cálculo de los espesores mínimos del aislante del almacén de producto terminado según las temperaturas de sus paredes, techo y suelo

El espesor del aislante mínimo de las paredes vendrá determinado por el espesor más desfavorable.

En el caso del aislante de las paredes y cubierta, se dispone de 8 cm de poliuretano incluidos en panel sándwich, superando las necesidades mínimas de aislamiento (3,7 y 7,7 cm respectivamente).

En el caso del suelo, se dispone de poliestireno extruido (XPS) de 4 cm de espesor, cubriendo así las necesidades de aislamiento térmico calculadas (3,6 cm).

5. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS

Se debe estudiar como interactúa el calor con los diferentes elementos del almacén, calculando así las necesidades térmicas.

5.1. Calor a través de diferentes elementos (paredes, suelo y techo)

El calor que proporcionan las paredes, suelo y techo del almacén de producto terminado vendrá relacionado con el espesor del aislamiento instalado. En este caso, el aislante de las paredes tendrá 3,7 cm de espesor, el aislante del techo tendrá 7,7 cm y el espesor del aislante del suelo 3,6 cm.

Para realizar el cálculo para determinar el calor que se transmite por las paredes, suelo y techo, es necesario emplear la siguiente ecuación:

$Q_C = K \cdot S \cdot \Delta T$; Siendo:

- Q_C: calor desprendido de los elementos estructurales en W
- K: coeficiente de transmisión de calor de los diferentes elementos medido en $W/m^2 \cdot °C$
- S: superficie de transmisión de cada uno de los elementos medido en m^2
- ΔT: diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior de la sala medido en °C

Para calcular el coeficiente de transmisión de calor de los diferentes elementos (K), se emplea la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e}{k_i} + \frac{1}{h_e}}$$

Siendo:

- h_i y h_e: coeficientes superficiales de transmisión de calor por convección del interior y del exterior del almacén medido en $W/m^2 \cdot °C$
- e: espesor del aislamiento en m
- k_i: conductividad térmica del aislamiento medido en $W/h \cdot m^2 \cdot °C$

En la Norma Básica de Edificación del Código Técnico número 79 (NBE-CT-79), se encuentra reflejada la tabla que indica los coeficientes superficiales de transmisión de calor:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento: De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	1/hi	1/he	1/hi+1/he	1/hi	1/he	1/hi+1/he
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal > 60° y flujo horizontal	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤ 60° y flujo ascendente	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,18)
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)

Resistencias térmicas superficiales en m² h °C/kcal (m² °C/W)

Tabla 4 Distintas resistencias térmicas superficiales en función de la posición de los cerramientos y su situación

Con esto, se determina las correspondientes resistencias térmicas en m^2 °C/W. Se emplea la situación de separación con espacio exterior o local abierto:

	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$
Paredes	0,11	0,06	0,17
Cubierta	0,09	0,05	0,14
Suelo	0,17	0,05	0,22

Tabla 5 Resistencias térmicas superficiales de paredes, cubierta y suelo en el almacén de producto terminado

$\frac{1}{h_i}$	0,11
$\frac{1}{h_e}$	0,06
$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$	0,17
Espesor del aislante	3,7 cm
Conductividad térmica del aislante	0,023 W/h·m^2·°C
$\frac{1}{K}$	0,56
K paredes	1,78 W/m^2·°C

Tabla 6 Calculo de los coeficientes globales de transmisión de calor de las paredes

$\frac{1}{h_i}$	0,09
$\frac{1}{h_e}$	0,05
$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$	0,14
Espesor del aislante	7,7 cm
Conductividad térmica del aislante	0,023 W/h·m^2·°C
$\boldsymbol{\frac{1}{K}}$	0,29
K techo	3,49 W/m^2·°C

Tabla 7 Cálculo de los coeficientes globales de transmisión de calor del techo

Para los cálculos de los coeficientes globales de transmisión de calor del suelo, se determina primeramente las diferentes capas que componen el suelo con sus diferentes conductividades y espesores:

Capas de suelo	Conductividad (Kcal/h·m^2·°C)	Espesor (m)
Hormigón en masa	1	0,1
Pantalla antivapor	0,5	0,005
Aislante comercial	0,023	0,04
Hormigón armado	1,63	0,3

$\frac{1}{h_i}$	0,17
$\frac{1}{h_e}$	0,05
$\frac{1}{h_i}+\frac{1}{h_e}$	0,22
Espesor del aislante	3,6 cm
Conductividad térmica del aislante	0,032 W/h·m^2·°C
$\boldsymbol{\frac{1}{K}}$	0,74
K suelo	1,35 W/m^2·°C

Tabla 8 Cálculo de los coeficientes globales de transmisión de calor del suelo

Una vez realizado los cálculos anteriores, se determina el calor generado por cada superficie del almacén empleando para ello la siguiente ecuación:

$$Q_C = K \cdot S \cdot \Delta T$$

	Superficie (m^2)	K ($W/m^2 \cdot °C$)	Temperatura exterior (°C)	Temperatura interior (°C)	Calor (W)
Pared norte	78,9	1,78	18	13	702,2
Pared sur	78,9	1,78	26,4	13	1.881,9
Pared este	68,2	1,78	19	13	728,4
Pared oeste	68,2	1,78	21	13	971,2
Techo	177,9	3,49	29,4	13	5.587,8
Suelo	177,9	1,35	22	13	2.161,5
Total					12.033,0

5.2. Calor por el aire exterior entrante

Este calor será el eliminado del almacén de producto terminado por la apertura de las puertas. Hay que conocer las condiciones de humedad y temperatura del almacén, siendo de 60% y de 13°C respectivamente. Con estos datos, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_r = \frac{V \cdot \Delta h \cdot n \cdot \rho_{ext}}{86{,}4}$$

Siendo:

- Q_r: calor aportado por el aire que entra en las diferentes salas medido en W
- V: volumen interior del almacén medido en m^3
- Δh: diferencia de las entalpías del aire entre el exterior y el interior de la sala medido en kJ/kg
- P_{ext}: densidad del aire exterior del almacén en kg/m^3

Densidad del aire exterior (ρ_{ext})	1.119 kg/m^3
Entalpia del aire exterior (H_{ext})	93,32 kJ/kg
Entalpía del aire interior (H_{int})	23,75 kJ/kg
Número de renovaciones de aire al día (n)	3
Volumen interior del almacén (V)	978,7 m^3
Potencia calorífica aportada por el aire (Q_r)	2.645,5 W

Tabla 9 Cálculo del calor aportado por el aire exterior entrante

5.3. Calor liberado por la iluminación interior

Se trata del cálculo del calor que producen las luminarias incluidas en el almacén de productos terminados. Para ello, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_L = \frac{P \cdot n \cdot t}{24}$$

Siendo:

- Q_L: calor aportado por la iluminación medido en W
- P: potencia nominal de cada una de las luminarias medido en W
- n: número de luminarias de la sala
- t: tiempo de funcionamiento en horas

El almacén estará en constante uso durante el embotellado, dado que a medida que van saliendo de la sala de embotellado se transportan inmediatamente al almacén para evitar acumulaciones.

Potencia nominal de la lámpara (P)	150 W
Número de lámparas (n)	3
Tiempo de funcionamiento (t)	6 h/día
Potencia calorífica aportada por la iluminación (Q_L)	112,5 W

Tabla 10 Cálculo del calor aportado por la iluminación interior

5.4. Calor liberado por la carretilla eléctrica

Se trata del cálculo del calor que se libera del motor de la carretilla elevadora que trabaja en el almacén, siendo su tiempo de trabajo el del embotellado.
Para su cálculo, se emplea la misma ecuación que en el caso de la iluminación interior:

$$Q_M = \frac{P \cdot n \cdot t}{24}$$

Siendo:

- Q_L: calor aportado por el motor medido en W
- P: potencia nominal de la carretilla medido en W
- n: número de carretillas eléctricas simultáneas
- t: tiempo de funcionamiento en horas

Potencia nominal de la carretilla elevadora (P)	12.000 W
Número de carretillas simultáneas (n)	1
Tiempo de funcionamiento (t)	6 h/día
Potencia calorífica aportada por la carretilla (Q_M)	3.000 W

Tabla 11 Cálculo del calor aportado por el motor de la carretilla elevadora

5.5. Calor transmitido por las personas

Se determina en función de las personas que trabajan en la sala, siendo en este caso un único carretillero. En este caso, la ecuación empleada será:

$$Q_P = \frac{q \cdot n \cdot t}{24}$$

Siendo:

- Q_P: calor liberado por las personas medido en W
- q: calor por cada una de las personas que trabajan en el almacén en W
- n: número de personas que entran al día en el almacén
- t: tiempo que permanecen al día en esa sala en horas

Mayormente, solo trabajará en el almacén una única persona durante la jornada laboral.

Calor por persona (q)	174 W
Número de personas que entran al día (n)	1
Tiempo de permanencia (t)	6 horas/día
Calor liberado por las personas (Q_P)	43,5 W

Tabla 12 Cálculo del calor aportado por las personas

5.6. Calor de refrigeración

Se trata del calor necesario para que el producto terminado se mantenga a 13°C para su conservación, siendo por tanto dependiente de la diferencia de temperatura, la cantidad de productos del almacén y el calor específico másico. Se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_R = \frac{m \cdot C_e \cdot \Delta T \cdot 1{,}1}{86{,}4}$$

Siendo:

- Q_R: calor de refrigeración en W
- m: masa diaria de los alimentos del almacén en kg/día
- C_e: calor específico másico en kJ/kg·°C
- ΔT: diferencia de temperatura entre la de entrada del producto y la de salida del almacén en °C

Masa diaria de entrada del producto (m)	2.376 kg/día
Calor específico másico antes de la refrigeración (C_e)	4,18 kJ/kg·°C
Temperatura de entrada	18°C
Temperatura de la sala	13 °C
Calor de refrigeración (Q_R)	632,2 W

5.7. Calor liberado por los ventiladores

Supone el 25% del calor de refrigeración y es el que se relaciona con los ventiladores. Se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_V = \frac{V \cdot C_d}{20{,}736}$$

Siendo:

- Q_V: calor que desprenden los ventiladores en W
- V: volumen interior del almacén en m^3
- C_d: calor por unidad de volumen medido en Kcal/día · m^3

Calor por unidad de volumen (Cd)	36 kcal/m^3·día
Volumen interior de la sala (V)	978,5 m^3
Calor liberado por los ventiladores (Q_V)	1.698,8 W

Tabla 13 Cálculo del calor liberado por los ventiladores

5.8. Resumen de los diferentes tipos de calor de la sala de producto terminado

Tipo de calor	Calor (W)
Calor a través de paredes, suelo y techo	12.033,0
Calor por el aire exterior entrante de la sala	2.645,5
Calor liberado por la iluminación interior	112,5
Calor transmitido por personas	43,5
Calor liberado por los ventiladores	1.698,8
Calor liberado por la carretilla eléctrica	3.000
Total	19.533,3

Por tanto, el calor total encontrado en el almacén de producto terminado que necesitamos compensar para mantener el producto refrigerado será de 19,5 kW.

Se debe establecer un margen de seguridad de un 10% de las necesidades frigoríficas dando un total de **21,5 kW.**

6. DEPÓSITOS DE FERMENTACIÓN

Los depósitos de fermentación, como se describe en el Anejo Nº2, es necesario que mantengan una temperatura controlada durante el proceso de elaboración, impidiendo así que la temperatura aumente a valores excesivos producido por las reacciones exotérmicas que se dan en el interior del depósito.

Para ello, se hace circular agua fría alrededor del tanque por medio de unas camisas.

El contenido de los depósitos de fermentación no debe superar los 25 °C, siendo mantenida esta temperatura hasta las últimas fases de fermentación.

6.1. Cálculo del calor generado en la fermentación alcohólica

Se calcula el calor de la fermentación a través de la siguiente ecuación:

$$Q_f = \frac{V \cdot g \cdot C_f \cdot \rho_{mosto}}{d}$$

Siendo:

- V: volumen de mosto en el depósito medido en L
- g: gramos de azúcar por cada kg de mosto
- C_f: calor específico de fermentación medido en kcal/g azúcar
- P_{mosto}: densidad del mosto en kg/L
- d: duración de la fermentación en h

Volumen de mosto en el depósito	2.376 L
Gramos de azúcar por kg de mosto	251,2 g/kg
Calor específico de la fermentación	0,14 kcal/g azúcar
Densidad del mosto	1,27 kg/L
Duración de la fermentación	336 h
Calor de producido por la fermentación	**315,8 kcal/h**

6.2. Cálculo del calor absorbido por desprendimiento de gases

Dado que la fermentación alcohólica es un proceso en el que se genera mucha liberación de gases como CO_2, vapor de agua o alcohol, estos absorben una cantidad de calor que el mosto o hidromiel no percibe, por lo que ayuda a la refrigeración del producto.
Se determina mediante la siguiente ecuación:

$Q_g = Q_{CO2} + Q_{agua} + Q_{alcohol}$

Siendo:

- Qg: calor absorbido por los desprendimientos de gases en kcal/h
- Q_{CO2}: calor absorbido por los desprendimientos de CO_2 en kcal/h
- Q_{agua}: calor absorbido por la evaporación de agua en kcal/h
- $Q_{alcohol}$: calor absorbido por la evaporación del alcohol en kcal/h

Para la determinación del calor absorbido por los desprendimientos de CO_2, se determina empleando la siguiente fórmula:

$$Q_{CO2} = \frac{V_m \cdot A \cdot T_f}{9 \cdot T}$$

Siendo:

- Q_{CO2}: calor absorbido por los desprendimientos de CO_2 en kcal/h
- V_m: volumen del mosto en fermentación en L
- A: riqueza en azúcares del mosto en kg/L
- T_f: temperatura de fermentación en °C
- T: duración de la fermentación en h

Por tanto, resolvemos la fórmula:

$$Q_{CO2} = \frac{V_m \cdot A \cdot T_f}{9 \cdot T} = \frac{2.376 \cdot 0{,}254 \cdot 23}{9 \cdot 336} = 4{,}6 \text{ kcal/h}$$

Para la determinación del calor absorbido por la evaporación del agua, se determina empleando la siguiente fórmula:

$$Q_{agua} = \frac{V_m \cdot A \cdot P_v \cdot (580 + 0{,}43 \cdot t_f)}{3695 \cdot T}$$

Siendo:

- Q_{agua}: calor absorbido por la evaporación del agua en kcal/h
- V_m: volumen del mosto en fermentación en L
- A: riqueza en azúcares del mosto en kg/L
- T_f: temperatura de fermentación en °C
- T: duración de la fermentación en h
- Pv: presión de vapor saturante del agua a 23°C en mmHg

Por tanto, resolvemos la fórmula:

$Q_{agua} = \frac{V_m \cdot A \cdot P_v \cdot (580+0{,}43 \cdot t_f)}{3695 \cdot T} = \frac{2.376 \cdot 0{,}254 \cdot 21{,}1 \cdot (580+0{,}43 \cdot 23)}{3695 \cdot 336} = 6{,}0 \text{ kcal/h}$

Para la determinación del calor absorbido por la evaporación del alcohol, se determina empleando la siguiente fórmula:

$Q_{alcohol} = \frac{V_m \cdot A \cdot P_v \cdot (225+0{,}45 \cdot t_f)}{1453 \cdot T}$

Siendo:

- $Q_{alcohol}$: calor absorbido por la evaporación del agua en kcal/h
- V_m: volumen del mosto en fermentación en L
- A: riqueza en azúcares del mosto en kg/L
- T_f: temperatura de fermentación en °C
- T: duración de la fermentación en h
- Pv: presión de vapor saturante del agua a 23°C en mmHg

Por tanto, resolvemos la fórmula:

$Q_{alcohol} = \frac{V_m \cdot A \cdot P_v \cdot (225+0{,}45 \cdot t_f)}{1453 \cdot T} = \frac{2.376 \cdot 0{,}254 \cdot 21{,}1 \cdot (225+0{,}45 \cdot 23)}{1453 \cdot 336} = 6{,}1 \text{ kcal/h}$

Por tanto, el total de calor absorbido por el desprendimiento de gases en un depósito será la suma del calor absorbido por el desprendimiento de CO_2, el calor absorbido por la evaporación del agua y el calor absorbido por la vaporización del alcohol:

$Q_g = Q_{CO2} + Q_{agua} + Q_{alcohol}$ = 4,6 + 6,0 + 6,1 = **16,7 kcal/h**

6.3. Cálculo de las pérdidas de calor del depósito

Para determinar el calor que se pierde por la superficie del depósito de fermentación, se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_{pd} = U \cdot S \cdot \Delta T$$

Siendo:

- Q_{pd}: pérdida de calor del depósito en kcal/h
- U: coeficiente global de trasmisión de calor medido en kcal/m^2·h·°C
- S: superficie de transmisión de calor del depósito
- ΔT: diferencia de temperatura entre la temperatura exterior y la temperatura de fermentación deseada en °C

Sabiendo que el radio de los depósitos es de 750 mm, la altura de la camisa es de 750 mm y la altura del tanque desde los apoyos hasta la curvatura superior son 1.500 mm, podemos determinar la superficie del depósito sin incluir la camisa:

$S = \pi \cdot r^2 + 2\pi \cdot r^2 \cdot h - 2\pi \cdot r^2 \cdot a = \pi \cdot 0{,}75^2 + 2\pi \cdot 0{,}75^2 \cdot 1{,}5 - 2\pi \cdot 0{,}75^2 \cdot 0{,}75 = 4{,}4\ m^2$

El coeficiente global de transmisión de calor que se ha considerado es de 5 kcal/m^2·h·°C

La temperatura exterior se estima como la media del mes más cálido es decir agosto con 21,9 °C.

Por tanto, las pérdidas de calor del depósito serán:

$Q_{pd} = U \cdot S \cdot \Delta T$ = 5 kcal/m^2·h·°C x 4,4 m^2 x (23,0 – 21,9) °C = **24,2 kcal/h**

6.4. Cálculo de las pérdidas de calor de la camisa

La camisa tiene una superficie en donde se producen intercambios de calor provocados Por la superficie de la camisa también se producen intercambios de calor debido la diferencia de temperaturas entre el interior y exterior.

Esto provocará la formación de condensados de vapor de agua en la superficie de la camisa al estar el agua que fluye por ella más baja que el punto de rocío. Esto hace que se pierda calor latente de condensación del agua.

Se instala un aislante de caucho sintético que permite reducir el coeficiente global de transmisión de calor a la mitad y por tanto bajar la temperatura de la superficie hasta por debajo de la temperatura de rocío.

Si se instala un aislante térmico en la camisa de 2,3 cm de caucho sintético de conductividad térmica de 0,24 W/m·°C, consiguiendo un coeficiente global de transmisión de calor de 6 kcal/m^2·h·°C.

Por tanto, para determinar las pérdidas de calor de la camisa se emplea la siguiente ecuación:

$Q_{pc} = U \cdot S \cdot \Delta T$

Siendo:

- Q_{pc}: pérdidas de calor de la camisa en kcal/h
- U: coeficiente global de transmisión de calor en kcal/m^2·h·°C
- S: superficie de transmisión de calor del depósito en m^2
- ΔT: diferencia entre la temperatura exterior y la temperatura media del agua refrigerante

$Q_{pc} = U \cdot S \cdot \Delta T$ = 6 kcal/m^2·h·°C · 4,4 m^2 · (21,9 – 7,0) °C = **393,4 kcal/h**

6.5. Cálculo del caudal de las camisas

El caudal de las camisas, haciéndole pasar agua a 7°C y saliendo a 12°C se determina mediante la siguiente expresión:

$$Caudal\ refrigeración\ (L/h) = \frac{Q_f + Q_{pd} + Q_{pc}}{1kcal/°C \cdot L \cdot (T_{h2} - T_{h1})}$$

Siendo:

- Q_f: el calor desprendido por la fermentación alcohólica en kcal/h
- Q_{pd}: el calor perdido por las paredes del depósito en kcal/h
- Q_{pc}: el calor perdido por la camisa en kcal/h
- T_{h2}: temperatura de salida del agua de la camisa en °C
- T_{h1}: temperatura de entrada del agua en la camisa en °C

Por tanto, se resuelve la ecuación con los datos calculados:

$$Caudal\ refrigeración\ (L/h) = \frac{315{,}8\ kcal/h + 24{,}2\ kcal/h + 393{,}4\ kcal/h}{1kcal/°C \cdot L \cdot (12 - 7)}$$

Caudal de refrigeración (L/h) = 146,7 L/h para cada camisa.

Por tanto, se determina el caudal necesario para el caso de que tengamos que enfriar los 16 depósitos de fermentación de forma simultánea:

Caudal de refrigeración total (L/h) = 146,7 L/h depósito · 16 depósitos = 2.347,2 L/h = 2,35 m^3/h.

6.6. Cálculo del dimensionamiento de las tuberías de refrigeración

Conocido el caudal necesario para la refrigeración de los depósitos, se emplean las siguientes ecuaciones para la determinación del diámetro de la tubería:

$$d = \sqrt{\frac{Q}{3600v} \cdot \frac{4}{\pi}}$$

$$\Delta p = \frac{\mu \cdot L \cdot v^2 \cdot \rho}{2d}$$

Siendo:

- d: diámetro interno de la tubería (m)
- Q: caudal de agua de refrigeración (m^3/h)
- v: velocidad del agua (m/s)
- Δp = caída de presión (Pa)
- μ = viscosidad dinámica (Pa s)
- ρ = densidad específica del agua (Kg/m^3)

Conociendo el caudal de refrigeración calculado en el apartado 6.5, se considera una densidad específica de 1.000 kg/m^3, una viscosidad dinámica de 0,001 Pa s, una velocidad máxima admisible de 2,0 m/s y un total de 5 codos.

Con estos datos se obtiene los siguientes resultados tanto para las tuberías de suministro como para las de retorno:

Resultados para las tuberías principales de refrigeración	
Tamaño de la tubería	DN25
Diámetro exterior	33,7 mm
Diámetro interno de la tubería	25,7 mm
Espesor	4,0 mm
Velocidad del agua	1,67 m/s
Caída de presión	1,24 bar

Tabla 14 Resultados obtenidos para las tuberías principales de refrigeración

Para el suministro y la salida del agua de las camisas, se emplean unas mangueras alimentarías de tubo flexible de PVC reforzado con espiral de acero incorporado de 16 mm de diámetro interno.

6.7. Balance total de las necesidades de refrigeración de los depósitos

Se determina el calor horario liberado por los depósitos de fermentación para dimensionar el equipo refrigerador de agua que se empleará en la sala de refrigeración, el cual debe producir agua fría a 7°C, que se transportará a los puntos necesarios y será regresada a una temperatura entre 10 y 13°C.

Dado que hay un total de 16 depósitos de fermentación y la mayoría van a necesitar de refrigeración simultánea, se calcula el equipo empleando los calores totales de los 16 depósitos

Calores calculados	Valores
Calor desprendido por la fermentación (Q_f)	5.052 kcal/h
Pérdidas de calor por las paredes del depósito (Q_{PD})	387,2 kcal/h
Pérdidas de calor de la camisa (Q_{PC})	6.294,4 kcal/h
Calor absorbido por el desprendimiento de gases (Q_g)	- 267,2 kcal/h

Tabla 15 Resumen de los distintos calores calculados para la refrigeración de los depósitos

Por tanto, el total de calor que debe contrarrestar el equipo de frío que se instale será de 11.466 kcal/h o 47.975 kJ/h.

7. ELECCIÓN DE EQUIPOS

En este capítulo se desarrollan las características de los equipos de refrigeración que se instalaran en el almacén de producto terminado y del equipo de refrigeración de agua empleado para controlar la temperatura de los depósitos durante la fermentación alcohólica, indicando la información necesaria para su instalación.

7.1. Equipo de refrigeración del almacén de producto terminado

Para que sea efectiva la refrigeración, el equipo debe de disponer de una potencia calorífica mínima de 21,5 kW como se ha determinado en el capítulo 5 del presente anejo. El equipo escogido tiene una potencia calorífica de 33,6 kW para alcanzar los 13°C, por lo que es suficiente para cubrir las necesidades de la industria.

El equipo que se escoge para cumplir la función de refrigerado será GPA que trabaja entre temperaturas de 3 a 15°C en almacenes. Sus características principales son:

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN	
Marca comercial	Greenfrío
Modelo	GPA-10
Potencia máxima absorbida	16 kW
Rango de temperaturas eficaces	15 – 3 °C
Evaporador	16.200 m^3/h
Dardo de aire	20 m
Compresor	10 CV
Caudal del evaporador	15.000 m^3/h
Refrigerante	R-717
Alimentación	400 V trifásica
Frecuencia	50 Hz
Potencia frigorífica	33,6 kW
Caudal del evaporador	16.200 m^3/h
Dimensiones (H x A x P)	1260 x 2210 x 2140 mm

Tabla 16 Características del equipo de refrigeración del almacén de producto terminado

Ilustración 1 Equipo de refrigeración instalado

7.2. Equipo refrigerador de agua

El objetivo del equipo refrigerador de agua consiste en enfriar el agua empleada en el intercambio de calor de las camisas de los depósitos de fermentación, en el cual se trata de un circuito cerrado por donde discurre un refrigerante adecuado. El equipo está compuesto de un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador.

Para cubrir las necesidades de enfriamiento de los depósitos durante la fermentación, es necesario que contrarreste los 48.000 kJ/h calculados en los anteriores apartados.

Como medio refrigerante se emplea únicamente agua, siendo posible aplicar otros medios refrigerantes como glicol o alcohol etílico, sin embargo, con agua de la red es suficiente para mantener las temperaturas necesarias debido al volumen del tanque. El agua pre-enfriada circula por el interior de la camisa helicoidal en acero inoxidable soldadas al cuerpo del depósito.

El equipo necesitará conexión hidráulica y eléctrica. El intercambiador interior de agua de expansión directa construido en placas de acero inoxidable. El circuito frigorífico está construido en tubos de cobre, pudiendo encontrar en sus componentes compresor, batería exterior, intercambiador interior, válvulas de retención, filtro deshidratador y válvulas de expansión.

A continuación, se determinará la potencia que debe disponer el compresor para producir la refrigeración necesaria. Para ello, se emplea la siguiente ecuación:

Potencia del compresor (kW) = Q (kcal/h) · 0,864/1000

Potencia del compresor (kW) = 11.466 kcal/h · 0,864/1000

Potencia del compresor (kW) = 9,9 kW

Se considera un 10% de sobredimensionamiento de seguridad, necesitando por tanto un equipo que disponga de una potencia de compresor de **11 kW**.
Se escoge un enfriador de agua a condensación por aire, ventilador axial y compresor hermético SCROLL.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO ENFRIADOR DE AGUA	
Fabricante	*PROYING*
Modelo	*IPE SMART 201*
Potencia frigorífica	43,2 kW
Potencia absorbida	12,6 kW
Refrigerante	R 407 C
Temperatura máxima exterior	35 °C
Caudal del ventilador	18.300 m^3/h
Motores	2 motores de 0,65 kW
Caudal de agua del evaporador	7,43 m^3/h
Temperatura de entrada de agua	12 °C
Temperatura de salida del agua	7 °C
Dimensiones (H x A x P)	900 x 1.930 x 2.155 mm
Peso	1.050 kg
Conexiones de agua	1'' ½
Instalación eléctrica	400 V 50 Hz Trifásico
Potencia total absorbido	21,8 kW
Localización	Sala de refrigeración

Ilustración 2 Equipo de refrigeración de agua

Anejo Nº14
Instalación contra incendios

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo será calcular la instalación contra incendios de la industria. En los cálculos se definen todas las características que debe de disponer la instalación para evitar los riesgos de incendio y sus posibles causas, prevenir el incendio, evitar su propagación, posibilitar su extinción y anular o reducir daños a personas y materiales.

Todo el dimensionamiento de la instalación contra incendios viene descrito en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, en el cual diferencia las actividades de producción y los almacenes.

La inspección de la instalación contra incendios se realizará periódicamente por un organismo de control facultado, el cual comprueba si se han dado cambios en la actividad o ampliaciones, que se sigue manteniendo la tipología, áreas de riesgo y su riesgo intrínseco, que los sistemas de protección contra incendios estén dispuestos adecuadamente y que las medidas de protección sean adecuadas en aspectos de sectorización, estructura, evacuación y equipos de instalación.

Nuestra instalación, como se determina en el presente anejo, tiene un riesgo intrínseco medio, por lo que las inspecciones deberán ser realizadas cada 3 años. La periodicidad depende del riesgo intrínseco del conjunto del establecimiento.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Con el objetivo de reducir los daños y pérdidas que un incendio pueda producir a personas o bienes, se establecen los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones industriales para su seguridad en caso de incendio. El establecimiento estudiado será la planta de elaboración, la cual se define por su configuración, ubicación y riesgo intrínseco.

2.1. Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno

Dentro de la norma, el establecimiento industrial se encuentra ubicado en un edificio, incluyéndose en el TIPO C, el cual se define por el establecimiento industrial que ocupa totalmente el edificio y está a una distancia mayor de 3 metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Esta distancia está libre de mercancías combustibles o elementos intermedios que puedan propagar el incendio.

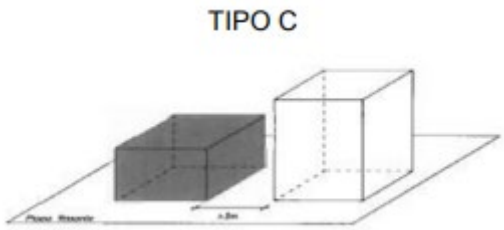


Ilustración 1 Representación de establecimiento industrial de tipo C

2.2. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco

Los establecimientos industriales se clasifican según su grado de riesgo intrínseco.
Dado que el establecimiento industrial estudiado se encuentra recogido en una configuración de tipo C, según la norma se establece como "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca.

La norma divide los cálculos para la zona de elaboración y salas para el personal de la industria y para la zona de almacén.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio para la zona de elaboración y salas para el personal de la industria se determinará con la siguiente ecuación:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si}\, S_i\, C_i}{A}\, R_a\ (MJ/m^2\ )$$

Siendo:

- Q_s: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$
- q_{si}: Densidad de carga de fuego de cada zona de fabricación o venta con procesos diferentes según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i) en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.
- S_i: superficie de cada zona con proceso y con densidad de carga de fuego diferente en m^2
- C_i: coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio
- R_a: riesgo de activación. Es un coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A: superficie construida del sector de incendio en m^2

En el caso de los almacenes, la ecuación se modifica:

$$Q_s = \frac{\sum_l^i q_{vi}\, C_i\, h_i\, s_i}{A}\, R_a\ (MJ/m^2\ )$$

Siendo:

- q_{vi}: carga de fuego por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio. Se mide en MJ/m^3 o en $Mcal/m^3$
- h_i: altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, medido en m.
- s_i: superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio medido en m^2

Con este método de cálculo se obtiene una densidad de carga de fuego exacta en el momento de realizar el cálculo, tanto en cantidad como en tipos de productos, pero si se cambia el almacén o la actividad, la carga de fuego cambiará también.

En la norma podemos encontrar los grados de peligrosidad de los combustibles, obteniendo así en calor del coeficiente de peligrosidad (C_i).

Para el cálculo de la superficie construida del sector de incendio total de la zona de elaboración y salas para el personal de la industria se deben sumar las superficies de las siguientes salas: oficina, aseos de visita, área social, vestuarios, sala de elaboración, sala de tratamiento de agua, laboratorio, sala de embotellado, sala neumática y pasillos.

Con esto, se obtiene la superficie construida total de la zona de elaboración y salas para el personal de la industria, dando un valor de 786,1 m^2.

Para el cálculo de la superficie construida del sector de incendio total de la zona de almacenes se deben sumar las superficies de las siguientes salas: cuarto de limpieza, muelle de recepción, muelle de expedición, almacén de materias primas, almacén de materias auxiliares, almacén de productos químicos, almacén de herramientas y almacén de producto terminado.

Con esto, se obtiene la superficie construida total de la zona de almacenes, dando un valor de 390,6 m^2.

Los valores de las superficies se indican en el Anejo Nº6.

Los valores de densidad de carga de fuego media de nuestro proceso industrial (bebidas bajas de alcohol), viene determinado en la tabla 1.2. de la norma:

Fabricación y venta			Almacenamiento		
q_s		R_a	q_v		R_a
MJ/m^2	$Mcal/m^2$		MJ/m^2	$Mcal/m^2$	
80	19	1,0	125	30	1,0

Tabla 1 Valores de densidad de carga de fuego media del proceso industrial y almacenamiento de productos con su riesgo de activación asociado

El valor del coeficiente de peligrosidad se encuentra en la norma:

ALTA	MEDIA	BAJA
– Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	– Líquidos clasificados como subclase B_2 en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
– Líquidos clasificados como subclase B_1 en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
– Sólidos capaces de iniciar su combustión a un temperatura inferior a 100 ºC.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 ºC y 200 ºC.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 ºC.
– Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	– Sólidos que emiten gases inflamables.	
– Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
C_i= 1,60	C_i = 1,30	C_i = 1,00

Tabla 2 Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad

En este caso, se encuentran líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1 y sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C en todas las salas de la industria, por lo que en valor de C_i será de 1,0.

Con todo lo mostrado anteriormente, se puede determinar el riesgo intrínseco de cada sala:

Sala	q_i (MJ/m^2)	S_i (m^2)	C_i	R_a	Q_s (MJ/m^2)
Oficina	600	21,3	1,00	1,0	18,2
Aseos de visitas	600	10,3	1,00	1,0	8,8
Vestuarios	200	63,8	1,00	1,0	18,2
Sala de refrigeración	200	12,4	1,00	1,5	5,3
Sala de elaboración	500	283,9	1,00	1,0	202,6
Sala de embotellado	500	183,1	1,00	1,0	98,5
Sala de tratamiento de agua	200	7,1	1,00	1,0	2,0
Laboratorio	300	29,7	1,00	1,5	19,1
Sala neumática	200	7,8	1,00	1,0	2,2
Pasillos	100	126,3	1,00	1,0	9,4
TOTAL					**393,1**

Tabla 3 Cálculo del riesgo intrínseco en el sector de incendio total de la zona de elaboración y salas para el personal de la industria

Sala	q_v (MJ/m^3)	S_i (m^2)	h_i	C_i	R_a	Q_s (MJ/m^2)
Cuarto de limpieza	300	4,6	5,5	1,00	1,0	38,9
Muelle de recepción	200	33,6	5,5	1,00	1,0	283,9
Almacén de materias primas	800	32,5	5,5	1,00	1,0	91,5
Almacén de materias auxiliares	800	95,1	5,5	1,00	1,0	267,8
Almacén de productos químicos	1.000	5,5	5,5	1,00	1,0	38,7
Muelle de expedición	200	36,8	5,5	1,00	1,0	259,1
Almacén de herramientas	1.000	4,6	5,5	1,00	1,0	13,0
Almacén de producto terminado	800	177,9	5,5	1,0	1,0	751,5
TOTAL						**1.744,3**

Tabla 4 Cálculo del riesgo intrínseco en el sector de incendio total de la zona de almacenes

Con estos valores calculados, se determina la carga total de fuego ponderada y corregida de toda la nave, empleando para ello la siguiente ecuación determinada en la normativa:

$$Q_e = \frac{\sum_i^i Q_{si} \cdot A}{\sum_i^i \cdot A_i} = \frac{393{,}1 \cdot 700{,}7 + 1.744{,}3 \cdot 390{,}6}{700{,}7 + 390{,}6} = \mathbf{876{,}7\ MJ/m^2}$$

Una vez evaluada la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial (Q_e), se determina el nivel de riesgo intrínseco (R_i) de este, en función de la tabla 1.3 del Real Decreto 2267/2004.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 5 Determinación del riesgo intrínseco en función de la densidad de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial

La densidad de fuego, ponderada y corregida, de nuestro edificio industrial es de 876,7 MJ/m^2, recogido entre 850 y 1.275 MJ/m^2, por lo que se da un nivel de riesgo intrínseco de MEDIO 3.

3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSRIAL, SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, SU UBICACIÓN Y SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

3.1. Sectorización de los establecimientos industriales

Para conocer la necesidad de sectorización del establecimiento industrial, se acude a la tabla 2.1. del Anexo II, la cual define la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m²)	TIPO B (m²)	TIPO C (m²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO		(3)	(3)(4)
6	NO	2000	3000
7	ADMITIDO	1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 6 Superficies máximas admisibles en función de su configuración y el riesgo

El Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales indica que un edificio industrial de riesgo intrínseco medio (3) y con una superficie construida menor de 5.000 m^2 no es necesario realizar una sectorización, por lo que se considerará un único sector de incendio que abarcará la superficie total de la nave.

Sector	Nivel intrínseco	Superficie máxima admisible (m²)	Superficie del sector (m²)	Cumplimiento
1	Medio (3)	5.000	1.232	Sí

Tabla 7 Cumplimiento de la superficie máxima admisible del sector de incendio en función de su riesgo intrínseco

3.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Es necesario justificar un valor mínimo de estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes ya que el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales exige este punto en el caso de establecimientos industriales de una sola planta situados en edificios de configuración tipo C se encuentren a menos de 10 metros de los límites de la parcela y colinden con parcelas con posibilidad de edificar en ellas.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado.

En la tabla 2.2 del R.D. 2267/2004, se relaciona el riesgo intrínseco de la nave y su configuración para determinar la estabilidad frente al fuego de los diferentes elementos Estructurales.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF -120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF- 90)

Tabla 8 Determinación de la estabilidad frente al fuego en función del nivel de riesgo intrínseco y la configuración

Como se puede ver en la Tabla 8, con un nivel de riesgo medio y una configuración del tipo C, en las plantas sobre rasante la estabilidad al fuego de la nave no puede ser inferior a EF-30 (estabilidad al fuego de 30 minutos).

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (*EF-15*)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (*EF-30*)	R 15 (*EF-15*)
Riego alto	R 60 (*EF-60*)	R 30 (*EF-30*)

Tabla 9 Estabilidad al fuego de las cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante

En la Tabla 9, encontrada en la Tabla 2.2., se puede determinar la estabilidad al fuego de los elementos portantes. En este caso, tenemos una configuración del tipo C y un riesgo bajo, por lo que no se exige que exista una estabilidad mínima de estos elementos.

3.3. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de Mayo.

Los elementos constructivo de cerramiento deben mantener una estabilidad mecánica o portante, una estanqueidad al paso de llamas o gases calientes, no deben emitir gases inflamables en la cara no expuesta al fuego, deben aislar los duficiente para que la cara no expuesta supere las temperatruas establecidas en la norma.

Como se ha indicado anteriormente, el edificio constituye un unico sector de incendios, no existiendo por tanto, elementos constructivos delimitadores de sectores de incendios con otros otros establecimientos. La resistencia al fuego de los elementos construictivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será, por tanto, nunca inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2 de la norma para aquellos elementos constructivos portantes en el sector de incendio, debiendo cumplir la exigencia de estabilidad al fuego de los elementos constructivos de cerramiento de tipo R 60 (EF-60).

3.4. Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas de la evacuación de los establecimientos industriales, se determina su ocupación (P), en base al número de personas (p) que ocupan el sector de incendios.

En la norma vienen descritas diferentes ecuaciones en función de su ocupación (p), siendo en este caso un número menor de 100 personas en el sector de incendios, empleando por tanto la siguiente ecuación:

$P = 1{,}10 \cdot p = 1{,}10 \cdot 9 = 9{,}9 \approx 10$ de ocupación esperable en el sector de incendios

3.4.1. Elementos de evacuación

Se debe tener presente lo dispuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio recogido en el Código Técnico de Edificación, en el cual se describe:

- Se considera el origen de la evacuación desde cualquier punto ocupable de cada sala
- La longitud de los recorridos se mide desde el eje
- La altura de evacuación será la mayor diferencia entre cotas entre cualquier origen de evacuación y la salida del edificio, no siendo aplicable en este caso.
- Las distancias máximas de los recorridos de evacuación del sector de incendio, no superará en ningún caso los valores indicados en el CTE-DB-SI.

3.4.2. Número y disposición de las salidas

En el CTE-DB-SI, viene tabulado la distancia máxima a la que se deben situar las salidas de la planta desde cualquier punto ocupable de cada sala.

Riesgo	Recorrido único	Salidas alternativas
Bajo	35 m	50 m
Medio	25 m	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 10 Longitud máxima de evacuación según el número de salidas

Dado que en la planta no existe un recorrido único dado su superficie y distribución de salas, se dan un total de 6 salidas alternativas. Esto hace que la distancia máxima del recorrido de evacuación desde cualquier punto ocupable sea de máximo 50 m.

Las salidas de evacuación de la planta se disponen en las siguientes salas:

- Pasillo 1 (cara norte)
- Pasillo 1 (cara oeste)
- Muelle de recepción
- Muelle de expedición
- Sala de embotellado
- Sala de elaboración

3.4.3. Dimensionamiento de salidas y pasillos

La anchura mínima de las puertas vendrá determinada en función del número máximo de personas a dicho elemento de evacuación. Se cuenta tanto gente del exterior de la planta como los propios trabajadores, calculándose mediante la siguiente ecuación:

- Pasillo 1 (cara norte): $\frac{P}{200} = \frac{17}{200} = 0{,}085\ m$ se instala de 1,8 metros
- Pasillo 1 (cara oeste) =$\frac{P}{200} = \frac{7}{200} = 0{,}035\ m$ se instala de 0,9 metros
- Muelle de recepción = $\frac{P}{200} = \frac{4}{200} = 0{,}020\ m$ se instala de 0,9 metros.
- Muelle de expedición = $\frac{P}{200} = \frac{2}{200} = 0{,}010\ m$ se instala de 0,9 metros.
- Sala de embotellado: = $\frac{P}{200} = \frac{5}{200} = 0{,}025\ m$ se instala de 0,9 metros.
- Sala de elaboración: = $\frac{P}{200} = \frac{2}{200} = 0{,}010\ m$ se instala de 0,9 metros.

Pese a que los cálculos muestran que solamente sería necesario una puerta de 0,9 metros de anchura en la sala de elaboración, se instala una puerta doble de 1,8 metros para permitir la entrada y salida del depósito plástico donde se acumulan las lías una vez retiradas para su gestión.

Todas las puertas son abatibles, de giro vertical y fácilmente operables según se define en el CTE-DB-SI, con los pasillos que llevan a ella despejados de obstáculos y con una anchura mínima de 1 metro.

3.4.4. Características de los pasillos

Según lo descrito en el CTE-DB-SI, los pasillos de evacuación son recorridos libres de obstáculos, pudiendo existir elementos salientes en las paredes, como soportes, cercos,

bajantes o elementos fijos de equipamiento siempre que se respete la anchura libre mínima establecida y que no se reduzca más de 10 cm de la anchura de cálculo. Esto no se aplica a los extintores, los cuales es recomendable disponer en ángulos muertos de los pasillos.

En este caso, la anchura libre mínima que sería necesaria sería 45 cm, por lo que se considera que la anchura libre mínima recomendada es 1 metro, disponiendo pasillos de mayor anchura.

3.5. Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según el R.D. 842/2013 para aquellos materiales que exista norma armonizada ya en vigor el marcado "CE".

Según esto, los materiales quedan clasificados en:

- M0: materiales no combustibles
- M1: materiales combustibles pero inflamables
- M2: materiales con grado de inflamabilidad moderada
- M3: materiales con grado de inflamabilidad media
- M4: materiales con grado de inflamabilidad alta

Los productos utilizados como revestimientos o acabado superficial en paredes y techos serán de clase M2 o más favorables, en suelos se emplearán materiales de clase M2 o más favorables y en las cubiertas se emplearán materiales de clase M1 o más favorables.

El material utilizado para la capa interior del revestimiento del suelo, pared o techo, debe ser una clase más desfavorable que la exigida para los materiales de construcción anteriores, es decir, debe tener un mínimo de grado de resistencia al fuego de RF-30.
En cuanto a los materiales que se encuentran en el interior de los falsos techos (aislamiento térmico y acondicionamiento acústico), la norma exige una clase M1 (materiales combustibles pero inflamables) o más favorable (materiales no combustibles).

3.6. Ventilación y eliminación de humos y gases de combustión

La eliminación de humos y gases de combustión y u calor generado durante el incendio, se realiza a través de las puertas y ventanas de la industria. Las condiciones mínimas de los sistemas de ventilación se describen en el R.D. 2267/2004. En esta norma, se establece como condiciones mínimas:

- <u>Sectores con actividades de producción</u>: riesgo intrínseco medio y superficie construida menor de 2.000 m^2. Pese a que el sector de incendios dispone de un riesgo intrínseco bajo, en las zonas de elaboración se dispone una superficie

construida de 786,1 m^2, no superando las condiciones mínimas para disponer de sistemas de ventilación.

- Sectores con actividades de almacenamiento: riesgo intrínseco alto y superficie construida menor de 800 m^2. En el sector de incendio se da un riesgo intrínseco alto, pero la superficie construida es menor de 800 m^2 dado que el sector con actividades de almacenamiento únicamente tiene una superficie construida de 390,6 m^2.

Dado que en ninguno de los dos sectores se cumplen las condiciones mínimas de ventilación descritas en la norma, no sería necesario la instalación de sistemas de ventilación o eliminación de humos y gases de combustión.

4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

El R.D. 513/2017 recoge las normas de diseño, ejecución, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones, así como los equipos, sistemas, aparatos y componentes de las instalaciones de protección contra incendios.

4.1. Sistemas manuales de alarma de incendio

Los dispositivos de activación manual de alarma de incendio o pulsadores de alarma se disponen a una distancia máxima de cualquier punto de origen de evacuación sin superar los 25 metros, estando siempre debidamente señalizados. Se fijan a una altura de 1,5 metros sobre el suelo.

Los pulsadores estarán previstos de dispositivo de protección que impida su activación involuntaria.

La instalación estará alimentada eléctricamente, como mínimo, por dos fuentes de suministro, de las cuales la principal será la red general del edificio y la fuente secundaria será común con otras de protección contra incendios.

Se instalarán 3 pulsadores manuales de alarma situados de tal forma que no exista más de 25 metros desde cualquier punto de origen de evacuación.

Las alarmas de tipo acústico se dispondrán en las salas en las que no se empleen equipos de protección individual auditivos o el ruido ambiental supere el volumen de la alarma. En el caso de la sala de embotellado, en donde puede existir el riesgo de no escuchar la alarma acústica, se dispone además un dispositivo de alarma visual.

El sonido de la alarma de incendio tendrá un nivel mínimo de 65 dB(A) o 5 dB(A) por encima de cualquier otro ruido ambiente sin superar los 120 dB(A). Pese a que lo

recomendado en nuestra superficie y disponiendo un único sector de incendio sería suficiente con 2 alarmas acústicas, en el edificio se instalarán 3 alarmas acústicas más un dispositivo de alarma visual en la zona de embotellado.

4.2. Extintores de incendios portátiles

El extintor de incendio es un equipo que contiene un agente extintor, que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego, por la acción de una presión interna producida por una compresión previa permanente o mediante la liberación de un gas auxiliar.

Se instalarán extintores de tipo portátil (igual o menor a 20 kg) mediante empresas certificadas de fabricación, instalación y mantenimiento de estos equipos.

Según el R.D. 2267/2004, los extintores se instalarán en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial.

Se disponen en zonas visibles y debidamente señalizados. Además, los extintores deben disponerse en zonas fácilmente accesibles y próximos a las salidas de evacuación, dispuestos a una altura de 80-120 cm sobre el suelo con soportes.

La colocación de los extintores tiene que ser tal que desde cualquier punto de origen de la evacuación se pueda encontrar un extintor a 15 metros de la posición.

En la industria estudiada se pueden generar fuegos de tipo A, generados a partir de materiales sólidos de generalmente naturaleza orgánica con formación de brasas. Además, pueden darse fuegos del tipo B, C y D en caso de presencia de energía eléctrica en zonas donde se puede dar riesgo de electrocución al usar agentes extintores conductores de la electricidad, por lo que se opta por la instalación de extintores del tipo ABC o polvo seco polivalente.

El número de extintores en cada sector de incendios con carga de fuego producida por combustibles de clase A se determina mediante la siguiente tabla:

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21 A	Hasta 600 m^2 (un extintor por cada 200 m^2, o fracción en exceso)
Medio	21 A	Hasta 400 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
Alto	34 A	Hasta 300 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)

Tabla 11 Determinación de la dotación de los extintores en los sectores de incendio

Para los sectores de incendio de riesgo bajo, los extintores colocados deberán ser de una eficacia mínima de 21 A y su superficie de protección será de 600 m^2.

Esto hace que se deban de instalar 10 extintores portátiles del tipo ABC, repartidos de forma uniforme por toda la industria, a una distancia suficiente para llegar a cualquiera de estos con un recorrido máximo de 15 metros.

Además, se dispondrá de un total de 5 extintores de CO_2, los cuales se dispondrán cada uno próximos a cada cuadro eléctrico secundario, oficina y laboratorio para prevenir el incendio en instalaciones eléctricas.

4.3. Sistemas de hidrantes exteriores

No es necesaria la instalación de un sistema de hidrantes exteriores dado que se trata de un establecimiento industrial con una configuración del tipo C, un riesgo intrínseco medio y una superficie inferior a 2.000 m^2.

4.4. Sistemas de comunicación de alarma

No es necesaria la instalación de un sistema de comunicación de alarma dado que la superficie construida en todos los sectores del establecimiento industrial es menor a 10.000 m^2.

4.5. Sistemas de boca de incendio equipada (BIE)

En el reglamento de instalaciones vienen recogidos los Sistemas de Bocas de Incendio equipadas (BIE) como un conjunto de elementos necesarios para transportas y proyectar agua desde un punto fijo de una fuente de abastecimiento de agua por una red de tuberías hasta el lugar del fuego, incluyendo la propia BIE, los elementos de soporte, medición de presión y protección del conjunto.

Las bocas de incendio equipadas (BIE) se dispondrán en establecimientos industriales de configuración de tipo C, con un riesgo intrínseco medio y una superficie total construida superior a 1.000 m^2.

El establecimiento cumple todos los requisitos para que sea necesaria la instalación de las BIE, por lo que se disponen según lo reflejado en Real Decreto 1942/1993.

Se instalarán BIE de 25 mm de manguera semirrígida, montadas sobre un soporte rígido haciendo que la boquilla y la válvula de apertura manual estén ubicadas como máximo a 1,50 metros desde el suelo.

Se disponen a una distancia máxima de 5 metros de las salidas de cada sector de incendio sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en los sectores de incendio será tal que la totalidad de la superficie del sector sea cubierta por una BIE, siendo el radio de acción la longitud de la manguera incrementada en 5 metros. Las mangueras semirrígidas de 25 mm de diámetro miden 30 m de longitud y se encuentran fabricadas según la norma EN694 y

con marca de conformidad. Esto hace que su radio de efectividad máximo sea de 35 metros.

La separación entre una BIE y otra en cualquier caso no superará los 50 metros y la distancia de cualquier punto del local protegido hasta la BIE más cercana no debe superar los 25 metros. Esto hace que se dispongan un total de 6 BIEs repartidas por la planta en función de lo visto anteriormente.

Las BIE se dispondrán de forma que sean de fácil acceso y dispondrán de un factor de simultaneidad de 2 para por lo menos una hora de funcionamiento.

El diámetro de las boquillas para BIE de 25 mm será de 10 mm y con una presión de red de 0,4 MPa obtenemos un caudal necesario para cada BIE de 84 L/min y un coeficiente de cálculo K según la tabla indicada a continuación:

Diámetro del orificio de la lanza-boquilla o diámetro equivalente (mm)	**Caudal mínimo *Q* (l/min)**			**Coeficiente K (véase la nota)**
	P = 0,2 MPa	*P* = 0,4 MPa	*P* = 0,6 MPa	
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	46	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64
NOTA – El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K\sqrt{10P}$ donde Q se expresa en litros/minuto y P en megapascales.				

Tabla 12 Cálculo del caudal mínimo y el coeficiente K de las BIE

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a dos bar ni superior a 5 bar, instalando si fuese necesario dispositivos reductores de presión.

4.6. Sistemas de columna seca

Será necesaria la instalación de sistemas de columna seca en el caso de que el establecimiento industrial tenga una altura superior a 15 metros. En este caso, no sería necesaria, por tanto, la instalación de un sistema de columna seca.

4.7. Sistema de rociadores automáticos de agua

Para la instalación del sistema de rociadores automáticos de agua se debe cumplir que el establecimiento industrial disponga una configuración de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco sea medio y su superficie total construida sea de 2.000 m2 o superior.

Al no disponer de 2.000 m^2 de superficie construida, no es necesaria la instalación de sistemas rociadores automáticos de agua en el establecimiento industrial.

4.8. Sistema de espuma física

Se instalarán sistemas de espuma física en los sectores de incendio cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

En este caso, no es necesaria la instalación de un sistema de espuma física dado que, no existen sectores de incendio donde se manipulen líquidos inflamables.

4.9. Sistemas de extinción por polvo

En este caso, no es necesario la instalación de sistemas de extinción por polvo dado que no es obligatorio según lo descrito en el R.D. 2267/2004.

4.10. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

Será necesaria la instalación de sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en aquellos sectores de incendio del establecimiento industrial que constituyan recintos donde se ubican equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua podría dañar los equipos.

En este caso, se dispone de 5 dispositivos en las salas de oficina, laboratorio, área social, sala de embotellado y sala de elaboración.

4.11. Alumbrado de emergencia

Se instala un alumbrado de emergencia que asegure que, en caso de fallo del alumbrado nominal, se pueda garantizar la seguridad de las personas durante la evacuación del establecimiento. Esto engloba, además, la identificación de los sistemas de extinción de incendios (extintores portátiles y BIE).

Se dispondrá de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación siempre que los edificios industriales sobre rasante con una ocupación P igual o mayor a 10 personas y estos edificios dispongan de un riesgo intrínseco medio o alto.

En este caso, sería necesaria la instalación de alumbrado de emergencia en las rutas de evacuación dado que se dispone en el edificio de una ocupación sectorial P de 10 personas y un riesgo intrínseco medio.
Esta iluminación de emergencia cumple las siguientes condiciones según lo dispuesto en el R.D. 513/2017:

- El alumbrado de emergencia será fija y provista de fuente propia de energía, la cual se activará de forma automática al producirse una reducción del 70% de su tensión nominal de servicio.

- El alumbrado de emergencia debe mantener las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.

- El alumbrado de emergencia proporciona una iluminancia de un lux como mínimo, en los recorridos de evacuación a nivel de suelo.

- El alumbrado de emergencia proporciona una iluminancia de 5 lux como mínimo en los espacios instalados

- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

- Se considera nula la reflexión de la luz en paredes y techos para el alumbrado de emergencia y se incluye un factor de mantenimiento que representa el envejecimiento y suciedad de las luminarias.

4.12. Señalización

La señalización luminiscente para la indicación de la evacuación indicará las salidas de emergencia que dan a la ruta de evacuación claramente, incluso en caso de escasa visibilidad, según lo indicado en la norma UNE 23033 y en el CTE/BB-SI 4.

Además, las señalizaciones luminiscentes se emplean para informar la posición de los equipos y las instalaciones contra incendios, incluso en casos de baja luminosidad. Las disposiciones mínimas de la señalización vienen recogidas en el R.D. 513/2017.

Se incluye en la señalización, las salidas y recorridos habituales y de emergencia, además de los medios de protección contra incendios de uso manual que no sean fácilmente localizables según lo indicado en el R.D. 485/1997 y CTE-DB-SI.

No se debe disponer de señales en la hoja de la puerta para evitar que no fuesen visibles en el caso de que la puerta se encontrase abierta.

Se disponen por tanto un total de 19 señales luminiscente para elementos de extinción de incendios (extintores, bies, pulsadores…) y 12 señales luminiscentes para indicación de la evacuación (salida de emergencia).

Anejo Nº15
Gestión de residuos y vertidos

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo será realizar la caracterización y cuantificación de los efluentes a tratar generados por la industria pautando las características finales del vertido al colector municipal según la normativa vigente. Se indicarán las diferentes gestiones que se darán para cada uno de ellos con el fin de cumplir con la legislación vigente en materia de gestión de residuos y medio ambiente.

La generación de residuos sólidos, subproductos y aguas residuales por parte de las industrias se constituye actualmente como uno de los grandes problemas a nivel medioambiental.

Las aguas residuales liberadas por la planta proyectada se caracterizan por una elevada carga orgánica y, por lo tanto, disponen de una importante demanda biológica (DBO_5) y química de oxígeno (DQO).

Una gran cantidad del agua consumida total en la planta es empleada en los procesos productivos de elaboración, pero existe otra porción de agua consumida que se trata como agua residual proveniente de la limpieza de los equipos y las botellas, la limpieza general de instalaciones y el agua empleada para la refrigeración de los depósitos y la regeneración de las placas del filtro.

Por otro lado, los residuos sólidos generados en la planta, excluyendo las lías retiradas de los depósitos, se considerarán residuos sólidos urbanos (RSU) por su similitud con estos (papel, cajas de cartón, envases de plásticos…).

Los parámetros que empleamos para determinar las características de las aguas residuales son la temperatura, el pH, los sólidos totales, disueltos, en suspensión totales y no sedimentables, la demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno (DBO_5).

Se van a estudiar los vertidos y residuos generados son aquellos recogidos en el Plan Director de Residuos de La Rioja 2007-2015 el cual cumple con la Ley 5/2002, de 8 de octubre, de “Protección del medio ambiente de La Rioja”, y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de “Residuos y suelos contaminados”.

2. RESIDUOS SÓLIDOS Y SUBPRODUCTOS

Según lo indicado en la Ley 22/2011 de residuos y de suelos contaminados, se considera residuo toda aquella sustancia u objeto del cual su poseedor se debe desprender o tiene intención u obligación de hacerlo. Por tanto, se considera residuo a los restos orgánicos o subproductos generados en la planta.

2.1. Lías de fermentación y maduración

Los residuos sólidos generados en la parte inferior de los depósitos de fermentación y maduración tras el movimiento del líquido "limpio" a otro depósito se denominan lías.

Estas lías tienen unas características muy reductivas que dan olores extraños al producto y deben de separarse rápidamente de este por medio de trasiegos. Las lías, tanto las generadas tras la fermentación como tras la clarificación, se depositarán en un depósito plástico de 1.000 litros a la espera de ser recogido por un gestor certificado.

Se generarán un total de 20.600 kg de lías de fermentación al año y 6.172 kg de sedimentos tras la clarificación al año. La cantidad de solidos retenidos anualmente por el filtro de placas se considera despreciable. Esto hace llenar aproximadamente un total de 40 depósitos anuales, lo que se considerará que cada semana sería necesaria la retirada de estos residuos sólidos de la industria por un gestor certificado para evitar que se acumulen en la planta.

Estos subproductos pueden ser empleados para la producción de biometanol según lo descrito en el *Life Programme* de la Comisión Europea (LIFE08 ENV/E/000143)

2.2. Envases de materias primas

Otra fuente de generación de residuos sólidos son los envases de las materias primas. En el caso de la miel de abeja, el cual se recibe en envases metálicos, una vez empleados se almacenarán dichos residuos en el muelle de recepción sin bloquear las rutas de evacuación, puerta o elemento auxiliar de las instalaciones para que, tras descargar y ubicar los bidones metálicos de miel de abeja, se carguen los bidones metálicos vacíos para volver a reutilizar una vez se encuentren limpios y desinfectados. Esto ayuda a el proveedor de miel de abeja ahorrando la nueva compra de bidones metálicos y la planta se beneficia de la eliminación de estos residuos.

Otros residuos producidos por envases de materias primas son aquellos que contienen las LSA y la bentonita sódica. Estos envases son de material plástico y, por tanto, se acumularán en el contenedor municipal de reciclaje de Logroño más próximo a la planta para facilitar su eliminación.

Cualquier otro envase secundario que exista en la planta (papel de oficina, papel de aseo, cajas de cartón…) se gestionará de igual forma en su contenedor municipal apropiado, no necesitando por tanto una gestión especial.

3. AGUAS RESIDUALES

En la planta se generarán como mínimo 4 millones de litros de agua residual proveniente de la limpieza de equipos, depósitos e instalaciones y del enfriamiento de los depósitos.

Estas aguas dispondrán de gran cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión, por lo que no puede realizar un vertido directo del agua, sino que es necesario una depuración previa.

Los valores límite que debe disponer el agua para poder ser vertida a los colectores de La Rioja son:

Parámetro	Valor límite
DBO_5	600 mg O_2/L
DQO	1.000 mg O_2/L
Aceites y grasas	100 mg/L
Conductividad eléctrica	5.000 µS/cm
pH	5,5-9,5
Sólidos en suspensión	600 mg/L

Tabla 1 Valores límite del agua residual para su vertido en los colectores

3.1. Características de las aguas residuales

Los principales efluentes estarán formados por agua con detergente, miel y levadura.
La industria dispondrá de una relación DBO_5/DQO de 0,31 relativamente homogénea a lo largo de la jornada laboral.

Los valores obtenidos en las aguas residuales provenientes de la industria disponen las siguientes características:

Parámetro	Valor
DBO_5	1.300 mg O_2/L
DQO	4.200 mg O_2/L
Aceites y grasas	60 mg/L
Conductividad eléctrica	3.000 µS/cm
pH	3,8
Sólidos en suspensión	800 mg/L

Tabla 2 Características de las aguas residuales de la planta

Las aguas residuales de la planta se caracterizarán por:

- Disponer de temperaturas cercanas a la temperatura ambiental
- Una baja carga de patógenos
- Tener una carga media de nitrógeno
- La presencia de ceras y miel como sólidos en suspensión
- pH ácido: aunque existan efluentes básicos como el agua de limpieza que arrastra detergente alcalino, el agua residual tiene carácter ácido (pH 3,8)

Las aguas residuales generadas en la planta con las características descritas en la Tabla 2, serán derivadas a la estación depuradora de aguas residuales (E.D.A.R) de Logroño ubicada en el margen izquierdo del río Ebro, la cual recoge todas las aguas residuales del polígono industrial donde se ubica el establecimiento. La depuración de las aguas residuales en la E.D.A.R. no será objeto del presente proyecto.

4. RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS

Los residuos peligrosos serán aquellos indicados en la lista aprobada en el R.D. 952/1997 junto con sus envases.

En la planta de elaboración de hidromiel no existen efluentes que dispongan de sustancias tóxicas, explosivas o peligrosas. Cualquier residuo sólido especial que se pueda dar en la industria como equipos estropeados o envases de productos de limpieza serán retirados mediante un gestor autorizado.

En los análisis rutinarios realizados en el laboratorio y en la limpieza e higienización de depósitos se emplean productos químicos como hidróxido sódico, los cuales deben de encontrarse en un envase que asegure que no reaccione con el producto para que no se den escapes de productos.

5. OTROS RESIDUOS DE LA PLANTA

En la planta se pueden encontrar residuos generados en las zonas no vinculadas a la elaboración o almacenamiento con características similares a los residuos sólidos urbanos (RSU). Estos serán depositados en los contenedores municipales provistos en el polígono donde se ubica la planta.

Otros contaminantes que se pueden encontrar son los derivados de los equipos y compresores de refrigeración, los cuales pueden liberar gases refrigerantes que pueden participar en la alteración de la temperatura ambiental, o el CO_2 generado durante los procesos de fermentación.

Anejo Nº16
Evaluación económica

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se representará todo lo relacionado con el estudio de la rentabilidad del proyecto. Se analizarán, por tanto, sus correspondientes indicadores económicos durante un periodo de vida útil del proyecto, procurando ser suficientemente representativos para la actividad industrial que se lleva a cabo.

El objetivo será por tanto conocer el margen de beneficio de la industria a través del estudio de cobros y gastos de las actividades.

Para ello, primeramente, se deben definir los parámetros que incluyen las inversiones como son:

- Pago de la inversión (K): capital desembolsado por el inversor para desarrollar la obra.

- Vida útil del proyecto (n): número de años estimados que tardará el proyecto en dar sus primeros beneficios.

- Flujo de cajas (R_i): diferencia entre los cobros y los costes, tanto ordinarios como extraordinarios, del proyecto.

2. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil del proyecto se estimará en 30 años, siendo esta un periodo lo suficientemente extendido para representar adecuadamente la actividad. La vida útil de la maquinaria se estima en 15 años, período en el cual aproximadamente el 20% de la maquinaria presente en la planta se renueva, aportando un valor residual de 15% del valor inicial.

3. ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD FINANCIERA

Los métodos de evaluación económica que se aplicarán son:

- Valor Actual Neto (VAN): es aquel factor calculado que determina el estado de pagos y cobros de la inversión y permitiendo, por tanto, conocer si el proyecto es viable a través de la ganancia neta de este. El valor del VAN se determina empleando la siguiente fórmula:

$$VAN = -K + R_i \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

Si el valor del VAN es superior a 0, el proyecto será viable, mientras que si es menor de 0 el proyecto no será viable.

- Índice neto de rentabilidad: es aquel factor que permite valorar la inversión realizada midiendo el valor actualizado de los cobros que se generan por cada unidad

monetaria invertida en el proyecto. Se determina dividiendo el VAN por el pago de inversión.

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

- Plazo de recuperación (*pay-back*): es aquella herramienta que se empleará como indicador para determinar el periodo de retorno de inversión del proyecto. Se calculan los años que trascurrirán desde el inicio del proyecto hasta que la suma de cobros actualizados se iguala con los cobros actualizados, es decir, el VAN se anula. Interesa que tenga el menor *pay-back* posible.

- Tasa interna de retorno (TIR): se trata de la tasa de rentabilidad generada en el proyecto, que mide el porcentaje de beneficio (o pérdida) que tendrá la inversión, siendo complementaria esta información a la aportada por el VAN.

4. COSTES DEL PROYECTO

4.1. Inversión inicial

En la inversión inicial del proyecto se engloba todo aquel capital inicial necesario para la puesta en marcha del proyecto. Se incluye por tanto lo relacionado con las instalaciones, maquinarias, obra civil, urbanización y compra de terreno de la parcela.

En lo relacionado con la compra de la parcela, será asumida completamente por los inversores, siendo pagado en el mismo año de inicio de ejecución del proyecto y contabilizándose con un valor de inversión de 15.500 €.

A continuación, el presupuesto se divide en:

- Total de la ejecución del material:
    - Obra civil, instalaciones y mobiliario: 334.416,71 €
    - Maquinaria: 134.746,24 €
- Gastos generales (13%): 61.186,18 €
- Beneficio industrial (6%): 28.239,78 €
- I.V.A (21%): 117.618,67 €
- Presupuesto de la ejecución por contrata (PEC): 575.588,91 €, siendo esta la inversión inicial.

4.2. Costes ordinarios

Como costes ordinarios se incluyen aquellos relacionados con la compra de las materias primas, aditivos empleados en la elaboración, materias auxiliares, productos químicos

de análisis o de limpieza, material fungible, energía eléctrica, agua, nóminas de personal, etc. Estos se realizan cada año a lo largo del total de vida útil de la industria.

Los costes ordinarios se dividirán en función de si dependen o no del volumen de producción de la industria o no. En el caso de que los costes sean constantes e independientes al volumen de producto producido, se llamarán costes fijos, mientras que si los gastos están ligados al volumen de producción se denominarán costes variables.

4.2.1. Costes fijos

Los costes fijos que encontramos en la industria serán los salarios de la mano de obra, el mantenimiento de la maquinaria, el mantenimiento de la obra civil, la limpieza y desinfección y la desratización semanal.

- Salarios de la mano de obra: el número y cargo de la mano de obra se desarrolla en el Anejo Nº2, sobre el cual podemos determinar su salario bruto anual:

Puesto	Número de empleados	Salario bruto anual (€)
Gerente	1	25.300
Encargado de laboratorio	1	18.000
Encargado de elaboración	1	21.300
Operario de elaboración	1	13.400
Operario de embotellado	3	40.200
Encargado de almacén	1	22.360
Carretillero	1	15.000
Total	9	**155.560**

Tabla 1 Desarrollo del salario bruto anual de cada puesto en la planta

Por tanto, se concluye que el coste anual de los salarios de la mano de obra asciende a un total de 155.560 €.

- Mantenimiento: dentro de este coste, se incluye todo aquel relacionado con el mantenimiento de las maquinarias, el mantenimiento de la obra civil, la limpieza y desinfección y la desratización semestral. Se estima que el costo del mantenimiento de las instalaciones y de la obra civil constituye el 0,5% del valor del presupuesto y el mantenimiento de la maquinaria será consistirá en el 1% del total del valor presupuestado.

Mantenimiento	Valor presupuestado (€)	%	Total (€/año)
Obra civil e instalaciones	327.354,44	0,5	1.636,77
Maquinaria	134.746,24	1	1.347,46
TOTAL			**2.984,23**

Tabla 2 Calculo del coste de mantenimiento anual

Por tanto, se concluye que el coste anual del mantenimiento general asciende a un total de 2.984,23 €.

4.2.2. Costes variables

Estos costes son aquellos que varían directamente proporcional a medida que aumenta o disminuye la producción.

- Materias primas

Materias primas	Cantidad anual (kg/año)	Precio unitario (€/kg)	Coste anual (€/año)
Miel de abeja	183.484,80	4,00	733.939,20
Agua de elaboración	504.583,2	0,000844	425,87
TOTAL			**734.365,07**

Tabla 3 Desarrollo del cálculo del coste anual de las materias primas

Por tanto, se concluye que el coste anual de las materias primas asciende a un total de 734.365,07 €.

- Aditivos

Materias primas	Cantidad anual (kg/año)	Precio unitario (€/kg)	Coste anual (€/año)
Levadura seca activa	242,3	7,15	1.732,45
Bentonita	732,9	19,23	14.093,67
Nutrientes nitrogenados	139,6	19,9	2.778,04
TOTAL			**18.604,16**

Tabla 4 Desarrollo del cálculo del coste anual de los aditivos

Por tanto, se concluye que el coste anual de los aditivos empleados en el proceso de elaboración asciende a un total de 18.604,16 €.

- Materias auxiliares

Materias auxiliares	Cantidad anual (uds/año)	Precio unitario (uds/kg)	Coste anual (€/año)
Botellas 0,33 L	1.202.282	0,63	757.437,77
Botellas 0,75 L	352.669	0,83	292,715,27
Tapones corona	311	24,69	7.678,59
Bobina etiqueta 0,33L	240	252,00	60.480,00
Bobina etiqueta 0,75L	141	532	75.012,00
Palés	2.256	6,17	13.919,52
Film embalar	30	1,80	54,00
Cajas 0,33	50.095	0,50	25.047,5
Cajas 0,75	79.484	0,24	19.076,16
TOTAL			**1.251.420,70**

Tabla 5 Desarrollo del cálculo del coste anual de las materias auxiliares

Por tanto, se concluye que el coste anual de las materias auxiliares empleadas asciende a un total de 1.251.420,70 €.

- Consumo eléctrico

La potencia que se contrata para la industria es de 134 kW. El precio medio de la electricidad con discriminación horaria en La Rioja donde se ubica la planta es de 0,0669 €/kWh en valle. Por tanto, la electricidad consumida se calcula como:

134 kW· 8 h/día · 253 días/año = 1.072 kW· h/año
1.072 kW· h/año · 0,0669 €/kW·h = 71,72 €/año

Por tanto, se concluye que el coste anual del consumo eléctrico asciende a un total de 71,72 €.

- Seguro

Descripción	%	Coste anual (€)
Seguro de obra civil e instalaciones	1,5	4.910,32
Seguro de maquinas		2.021,19
TOTAL		**6.931,51**

Tabla 6 Desarrollo del cálculo del coste anual de los seguros de obra civil e instalaciones y la maquinaria

Por tanto, se concluye que el coste anual de los seguros asciende a un total de 6.928,51 €.

- Otros costes

Otros gastos	Coste anual (€/año)
Análisis microbiológico externo	3.724
Publicidad	7.324
Teléfono e internet	1.350
Material de oficina	890
Bobina etiqueta 0,75L	141
Otros (agua de limpieza, productos de limpieza, gestor de residuos…)	8.324,67
TOTAL	**21.753,67**

Tabla 7 Desarrollo del cálculo del coste anual de otros gastos que se pueden encontrar en la planta

Otros costes que se podrían encontrar en la empresa ascienden a una cantidad de 21.753,67 €.

4.2.3. Resumen de los costes ordinarios

Conceptos	Costes anuales (€/año)
Mano de obra	155.560,00
Mantenimiento	2.984,23
Materias primas	734.365,07

Aditivos	18.604,16
Materias auxiliares	1.251.420,70
Consumo eléctrico	71,72
Seguros	6.931,51
Otros gastos	21.753,67
TOTAL	**2.191.691,06**

Tabla 8 Desglose de los costes anuales

Los costes totales anuales de la industria ascienden a 2.191.691,06 €

4.3. Costes extraordinarios

Ya que se realiza una renovación cada 15 años de media de la maquinaria, se considera un coste ordinario del 15% del coste de la maquinaria. Esto hace un total de 20.211,94 €.

5. INGRESOS

Se diferencian los ingresos ordinarios y los extraordinarios. Dado que los primeros años no está el producto debidamente asentado en el mercado, las ventas del producto serán más reducidas los primeros años, viéndose incrementándose con el paso del tiempo a medida que aumenta el número de clientes.

Para proyectar esto, se estima que el primer año únicamente se ingresa el 50% de la producción total, el segundo año se ingresa un 75% y a partir del tercer año se vende la totalidad del producto.

5.1. Ingresos ordinarios

Los ingresos ordinarios son aquellos que son generados por la venta de los productos terminados a los diferentes clientes.

Producto	Producción (botellas/año)	Precio de venta (€/botella)	Ingreso anual (€/año)
Botellas 0,33 L	360.685	3,00	1.082.055,00
Botellas 0,75L	240.457	6,00	1.442.742,00
TOTAL			**2.524.797,00**

Tabla 9 Desglose de los ingresos ordinarios de la planta

A estos ingresos, se les suma todos aquellos derivados de la venta de los subproductos generados en el proceso productivo. Las lías de fermentación y maduración constituyen un total de 20.600 kg anuales, los cuales son retirados recibiendo un cobro por su venta de 0,05 €/kg. Esto hace un ingreso anual por subproductos de 1.030,00 €.

Esto hace un total de 2.525.827,00 € de ingresos ordinarios anuales.

5.2. Ingresos extraordinarios

Los ingresos extraordinarios son aquellos producidos por la venta de la maquinaria, las instalaciones y la nave industrial tras finalizar el proyecto y tras su correspondiente devaluación económica. Se estima una depreciación de la nave industrial del 25%, un 20% en las instalaciones y un 15% en la maquinaria.

Inmuebles	Precio inicial (€)	Depreciación (€)	Precio venta (€)
Nave industrial	231.206,68	57.801,67	173.405,01
Instalaciones	49.682,58	9.936,52	39.746,06
Maquinaria renovada	15.704,20	2.335,63	13.348,57
Maquinaria no renovada	119.042,04	17.856,31	101.185,73
TOTAL			**327.685,38**

Tabla 10 Precio del inmovilizado tras la finalización del Proyecto

Con esto obtenemos que los cobros extraordinarios en el año de la venta asciendan a 327.685,38 €.

6. AMORTIZACIÓN

La amortización es aquel coste extraordinario referido a la pérdida de valor que registra la nave industrial, las instalaciones y la maquinaria presente en la industria a lo largo del tiempo, siendo esta una forma de cuantificar la pérdida.

	Precio inicial (€)	Valor residual (€)	Valor a amortizar (€)	Año de renovación	Cuota anual (€/año)
Nave	231.206,68	57.801,67	173.405,01	30	5.780,17
Instalaciones	49.682,58	9.936,52	39.746,06	30	1.324,87
Maquinaria renovada	15.704,20	2.355,63	13.348,57	15	889,90
Maquinaria no renovada	119.042,04	17.856,31	101.185,73	30	3.372,86
TOTAL					**11.367,80**

Tabla 11 Cálculo de la cuota anual de la amortización

Con esto obtenemos que la amortización total de la nave industrial, las instalaciones y la maquinaria de la industria ascienda a 11.367,80 €.

7. FLUJOS DE CAJAS

7.1. Antecedentes

Antes de realizar los flujos de caja, se debe tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Consideramos la vida útil de la planta como los 30 años de media que disponen las industrias similares del sector, por lo que se realiza un estudio únicamente enfocado en ese periodo de tiempo

- La vida útil media de la maquinaria se estima en un total de 15 años, haciendo que sea necesario un desembolso del 15% de la maquinaria en dos ocasiones durante la vida del proyecto.

- La totalidad del capital inicial para la puesta en marcha del proyecto es aportada por los diferentes inversores, por lo que no existe una financiación bancaria.

7.2. Cuadro de flujo de caja

A continuación, se indican los flujos de caja en los 30 años que tiene de vida útil el proyecto.

		GASTOS			INGRESOS				
Año	Inversión	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Flujos de caja	Flujos acumulados
0	-575.588,91						0,00	-575.588,91	-575.588,91
1		2.191.691,06		2.191.691,06	1.262.913,50		1.262.913,50	-928.777,56	-1.504.366,47
2		2.191.691,06		2.191.691,06	1.894.370,25		1.894.370,25	-297.320,81	-1.801.687,28
3		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	-1.467.551,34
4		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	-1.133.415,40
5		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	-799.279,46
6		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	-465.143,52
7		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	-131.007,58
8		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	203.128,36
9		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	537.264,30
10		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	871.400,24
11		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	1.205.536,18
12		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	1.539.672,12
13		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	1.873.808,06
14		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	2.207.944,00
15		2.191.691,06	20.211,94	2.211.903,00	2.525.827,00	2.355,63	2.528.182,63	316.279,63	2.524.223,63
16		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	2.858.359,57
17		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	3.192.495,51
18		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	3.526.631,45
19		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	3.860.767,39
20		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	4.194.903,33
21		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	4.529.039,27
22		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	4.863.175,21
23		2.191.691,06		2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	5.197.311,15

24	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	5.531.447,09
25	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	5.865.583,03
26	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	6.199.718,97
27	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	6.533.854,91
28	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	6.867.990,85
29	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00		2.525.827,00	334.135,94	7.202.126,79
30	2.191.691,06	2.191.691,06	2.525.827,00	325.546,42	2.851.373,42	659.682,36	7.861.809,15

Tabla 12 Análisis de rentabilidad del proyecto

i	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**6%**	**7%**	**8%**	**9%**	**10%**
VAN (€)	6.404.419,80	5.229.242,02	4.274.944,36	3.494.600,79	2.852.109,73	2.319.543,91	1.875.180,11	1.502.027,26	1.186.721,96	918.695,69
	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
	689.544,01	492.546,55	322.300,03	174.436,42	45.405,50	-67.693,78	-167.244,50	-255.214,48	-333.236,97	-402.674,40
	21%	22%								
	-464.668,82	-520.182,23								

Tabla 13 Valores del VAN del proyecto

El valor del T.I.R., el cual se determina en el punto donde el V.A.N. es nulo, en este supuesto será de 15,39%.

8. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Para que un proyecto sea viable desde un punto de vista financiero, el valor del V.A.N. se debe hacer nulo en un interés superior al 5%. Con los valores proyectados, un interés del 5% adquiere un valor de 2.852.109,73 €.

El T.I.R. en el caso del presente proyecto es de 15,39 %, siendo este superior al interés bancario del 5%.

El *pay-back* o plazo de recuperación será el número de años que deben pasar desde la puesta en marcha del proyecto hasta que los cobros se igualan a los gastos. Con los datos proyectados se obtiene un plazo de recuperación de 8 años.

Para conocer el beneficio generado por cada unidad invertida, se relaciona el V.A.N. al 5% de interés y el valor de la inversión inicial. Cuanto más elevado sea este beneficio por unidad invertida, mayor rentabilidad. Con los datos proyectados, se obtiene un beneficio/inversión de 4,96 €, por lo que por cada euro invertido en el proyecto se recuperan 4,96 €.

9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad, se estudian diferentes escenarios en donde se modifican los parámetros que afectan directamente a los flujos de caja, para ver cuánto varían frente a esta situación. Los parámetros son modificados negativamente para comprobar cuál es la sensibilidad del proyecto frente a situaciones pesimistas.

En este análisis se estudiarán 3 casos pesimistas:

1. CASO 1: los gastos variables aumentan un 4%
2. CASO 2: los precios de venta se disminuyen un 4%
3. CASO 3: los gastos variables aumentan un 4% y los precios de venta disminuyen un 4%

9.1. Caso 1: los gastos variables aumentan un 4%

		GASTOS			INGRESOS				
Año	Inversión	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Flujos de caja	Flujos acumulados
0	-575.588,91						0,00	-575.588,91	-575.588,91
1		2.272.958,34		2.272.958,34	1.262.913,50		1.262.913,50	-1.010.044,84	-1.585.633,75
2		2.272.958,34		2.272.958,34	1.894.370,25		1.894.370,25	-378.588,09	-1.964.221,85
3		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-1.711.353,19
4		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-1.458.484,53
5		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-1.205.615,88
6		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-952.747,22
7		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-699.878,56
8		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-447.009,91
9		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	-194.141,25
10		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	58.727,41
11		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	311.596,06
12		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	564.464,72
13		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	817.333,38
14		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	1.070.202,04
15		2.272.958,34	20.211,94	2.293.170,28	2.525.827,00	2.355,63	2.528.182,63	235.012,35	1.305.214,39
16		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	1.558.083,04
17		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	1.810.951,70
18		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	2.063.820,36
19		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	2.316.689,01
20		2.272.958,34		2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	2.569.557,67

21	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	2.822.426,33
22	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	3.075.294,98
23	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	3.328.163,64
24	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	3.581.032,30
25	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	3.833.900,95
26	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	4.086.769,61
27	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	4.339.638,27
28	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	4.592.506,92
29	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00		2.525.827,00	252.868,66	4.845.375,58
30	2.272.958,34	2.272.958,34	2.525.827,00	325.546,42	2.851.373,42	578.415,08	5.423.790,66

Tabla 14 Análisis de sensibilidad si los gastos variables aumentasen 4%

i	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**6%**	**7%**	**8%**	**9%**	**10%**
VAN (€)	4.307.097,47	3.409.142,92	2.682.069,74	2.089.324,22	1.602.832,40	1.200.913,48	866.731,04	587.137,79	351.810,00	152.595,96
	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
	-16.976,89	-162.076,37	-286.851,37	-394.651,06	-488.193,83	-569.697,92	-640.983,16	-703.550,31	-758.643,44	-807.299,04
	21%	22%								
	-850.384,92	-888.631,21								

Tabla 15 Valores del V.A.N. si los gastos variables aumentan 4%

El valor del T.I.R. en el caso en el que los gastos variables aumentasen un 4% será de 10,89%.

Se observa un plazo de recuperación de 10 años y un beneficio generado por cada unidad invertida de 2,78€.

9.2. Caso 2: el precio de venta se reduce un 4%

		GASTOS			INGRESOS				
Año	Inversión	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Flujos de caja	Flujos acumulados
0	-575.588,91						0,00	-575.588,91	-575.588,91
1		2.191.691,06		2.191.691,06	1.212.417,56		1.212.417,56	-979.273,50	-1.554.862,41
2		2.191.691,06		2.191.691,06	1.818.626,34		1.818.626,34	-373.064,72	-1.927.927,13
3		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-1.694.783,07
4		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-1.461.639,01
5		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-1.228.494,95
6		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-995.350,89
7		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-762.206,83
8		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-529.062,77
9		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-295.918,71
10		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	-62.774,65
11		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	170.369,41
12		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	403.513,47
13		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	636.657,53
14		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	869.801,59
15		2.191.691,06	20.211,94	2.211.903,00	2.424.835,12	2.355,63	2.427.190,75	215.287,75	1.085.089,34
16		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	1.318.233,40
17		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	1.551.377,46
18		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	1.784.521,52
19		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	2.017.665,58
20		2.191.691,06		2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	2.250.809,64

21	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	2.483.953,70
22	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	2.717.097,76
23	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	2.950.241,82
24	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	3.183.385,88
25	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	3.416.529,94
26	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	3.649.674,00
27	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	3.882.818,06
28	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	4.115.962,12
29	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12		2.424.835,12	233.144,06	4.349.106,18
30	2.191.691,06	2.191.691,06	2.424.835,12	325.546,42	2.750.381,54	558.690,48	4.907.796,66

Tabla 16 Análisis de sensibilidad si los precios de venta disminuyen un 4%

i	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**6%**	**7%**	**8%**	**9%**	**10%**
VAN (€)	3.872.797,30	3.041.155,25	2.368.282,75	1.820.142,80	1.370.609,02	999.516,02	691.212,73	433.484,12	216.743,58	33.425,37
	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
	-122.474,79	-255.748,44	-370.240,57	-469.053,61	-554.704,53	-629.246,34	-694.362,61	-751.441,21	-801.632,17	-845.893,29
	21%	22%								
	-885.026,20	-919.705,16								

Tabla 17 Valores del V.A.N. si el precio de venta se disminuye un 4%

El valor del T.I.R. en el caso de que los precios de venta disminuyan un 4% será de 10,20%.

Se observa un plazo de recuperación de 11 años y un beneficio generado por cada unidad invertida de 2,38 €.

9.3. Caso 3: combinación de los casos 1 y 2

		GASTOS			INGRESOS				
Año	Inversión	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Ordinarios	Extraordinarios	Total	Flujos de caja	Flujos acumulados
0	-575.588,91							-575.588,91	-575.588,91
1		2.272.958,34		2.272.958,34	1.212.417,56		1.212.417,56	-1.060.540,78	-1.636.129,69
2		2.272.958,34		2.272.958,34	1.818.626,34		1.818.626,34	-454.332,00	-2.090.461,70
3		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.938.584,92
4		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.786.708,14
5		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.634.831,37
6		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.482.954,59
7		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.331.077,81
8		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.179.201,04
9		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-1.027.324,26
10		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-875.447,48
11		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-723.570,71
12		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-571.693,93
13		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-419.817,15
14		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	-267.940,37
15		2.272.958,34	20.211,94	2.293.170,28	2.424.835,12	2.355,63	2.427.190,75	134.020,47	-133.919,90
16		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	17.956,87
17		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	169.833,65
18		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	321.710,43
19		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	473.587,20
20		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	625.463,98
21		2.272.958,34		2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	777.340,76

22	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	929.217,53
23	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.081.094,31
24	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.232.971,09
25	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.384.847,86
26	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.536.724,64
27	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.688.601,42
28	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.840.478,19
29	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12		2.424.835,12	151.876,78	1.992.354,97
30	2.272.958,34	2.272.958,34	2.424.835,12	325.546,42	2.750.381,54	477.423,20	2.469.778,17

Tabla 18 Análisis de sensibilidad si los gastos variables aumentan un 4% y los precios de venta disminuyen un 4%

i	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**6%**	**7%**	**8%**	**9%**	**10%**
VAN (€)	1.775.474,96	1.221.056,15	775.408,13	414.866,23	121.331,69	-119.114,41	-317.236,33	-481.405,35	-618.168,37	-732.674,36
	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
	-828.995,69	-910.371,36	-979.391,96	-1.038.141,10	-1.088.303,85	-1.131.250,47	-1.168.101,27	-1.199.777,04	-1.227.038,64	-1.250.517,92
	21%	22%								
	-1.270.742,30	-1.288.154,14								

Tabla 19 Valores del V.A.N si los gastos variables aumentan un 4% y los precios de venta disminuyen un 4%

El valor del T.I.R. en el caso de que los gastos variables aumenten un 4% y los precios de venta disminuyan un 4% será de 5,48%.

Se observa un plazo de recuperación de 16 años y un beneficio generado por cada unidad invertida de 0,21 €.

10. CONCLUSIONES

Tras realizar la evaluación económica durante los 30 años de vida útil del proyecto, se obtienen los siguientes resultados:

Inversión inicial	-575.588,91 €
Interés bancario	5%
V.A.N.	2.852.109,73 €
T.I.R.	15,39 %
***Pay-back* o plazo de recuperación**	8 años
Relación beneficio/inversión	4,96 €

Tabla 20 Resumen del análisis de rentabilidad del proyecto

Con estos resultados, el proyecto se considera rentable al disponer de un valor de V.A.N. superior a 0 cuando el interés supera al interés bancario, es decir, un 15,39 % frente al 5% del interés bancario. Esto hace que la inversión sea recuperada en 8 años y por cada euro invertido en esta, al finalizar el proyecto se obtengan unas ganancias de 4,96 €.

En los diferentes escenarios estudiados en el análisis de sensibilidad se han obtenido los siguientes resultados:

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
V.A.N.	1.602.832,40 €	1.370.609,02 €	121.331,69 €
T.I.R.	10,89%	10,20%	5,48%
***Pay-back* o plazo de recuperación**	10 años	11 años	16 años
Relación beneficio/inversión	2,78 €	2,38 €	0,21 €

Tabla 21 Resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad

Se puede ver con este análisis de sensibilidad como el proyecto sería económicamente rentable en cualquiera de los 3 casos planteados. En el caso de que los gastos variables aumentasen hasta un 4% y en el caso en el que se redujese un 4% el precio de venta de las botellas, se consigue unas rentabilidades muy similares y ambas aceptables, mientras que si se combinan estos casos la rentabilidad sería baja y, se tardaría un periodo de tiempo más extendido en conseguir recuperar el dinero invertido.

Anejo Nº17
Estudio básico de seguridad y salud

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo del estudio

El objetivo del presente anejo referente al Estudio Básico de Seguridad y Salud establece las previsiones de prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y riesgos derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento que puedan ocurrir durante la construcción de la obra proyectada. Por otro lado, se indican las instalaciones que se deben disponer para la higiene y bienestar de los trabajadores.

El anejo se redacta según lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en cual se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Según lo descrito en esta normativa para la realización del presente Estudio, los contratistas redactan el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el cual se incluye un estudio, análisis, desarrollo y complementación de las previsiones incluidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, según las indicaciones de la normativa.

Sería necesario realizar un estudio de Seguridad y Salud si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones definidas en el supuesto "a" del art. 4.1. del R.D. 1627/1997:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es superior a 450.759,08 €
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente
- El volumen de la mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores-día (suma de los días del total de trabajadores en la obra).
- Las obras de túneles, de galerías, de conducciones subterráneas o de presas.

Dado que el PEC del proyecto redactado es de 565.448,44 €, y es superior a 450.759,08 €, se debería redactar el Estudio de Seguridad y Salud. El desarrollo del Estudio de Seguridad y Salud completo no es objeto del presente proyecto.

1.2. Contenido mínimo del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Según lo indicado en el artículo 5 del capítulo II del Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se indica que el Estudio Básico de Seguridad y Salud debe contener:

- La justificación de la inclusión en el proyecto de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud.

- La identificación y descripción de la obra y de las normas de seguridad y salud aplicables a los trabajos, ajustándose al tipo de obra a realizar.

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

- La relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

- En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

- Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

- Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del Estudio Básico de Seguridad y Salud

1.3. Normas que se emplean en la obra

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre Señalización de Seguridad en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- R.D. 773/1997, de 14 de abril, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M, 28-08-70, O.M. 28-
- 07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

2.1. Movimiento de tierras

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
▪ Caídas al mismo nivel ▪ Caídas al interior de la excavación ▪ Caída de objetos ▪ Choques y golpes con objetos ▪ Atrapamientos y aplastamiento con partes móviles ▪ Caídas de materiales transportados ▪ Sobreesfuerzos ▪ Ruidos y contaminación acústica ▪ Vibraciones ▪ Ambiente pulvígeno ▪ Cuerpos extraños en los ojos ▪ Contactos eléctricos ▪ Condiciones meteorológicas adversas ▪ Etc.	▪ Achique de aguas ▪ Barandillas en los bordes de la excavación ▪ Tableros o planchas horizontales en huecos ▪ Separación del tránsito de vehículos y operarios ▪ No permanecer en radio de acción de las maquinas ▪ Protección de las partes móviles de la maquinaria ▪ Etc.	▪ Casco de seguridad ▪ Botas o calzado de seguridad ▪ Botas de seguridad impermeables ▪ Guantes de lona y piel ▪ Guantes impermeables ▪ Gafas de seguridad ▪ Ropa de trabajo ▪ Protectores auditivos ▪ Cinturón de seguridad ▪ Cinturón antivibratorio

Tabla 1 Identificación de los riesgos y sus medidas de prevención y protecciones individuales durante la actividad de movimiento de tierras

2.2. Cimentación y estructuras

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
▪ Caídas al mismo nivel ▪ Caídas al vacío ▪ Caída de objetos ▪ Choques y golpes con objetos ▪ Atrapamientos y aplastamiento ▪ Caídas de materiales transportados ▪ Sobreesfuerzos ▪ Ruidos y contaminación acústica ▪ Vibraciones ▪ Cuerpos extraños en los ojos ▪ Condiciones meteorológicas adversas ▪ Desplomes, desprendimientos y hundimientos del terreno ▪ Etc.	▪ Barandillas ▪ Marquesinas rígidas ▪ Pasarelas ▪ Redes verticales y horizontales ▪ Andamios de seguridad ▪ Mallazos ▪ Escaleras adecuadas ▪ Mantenimiento de la maquinaria adecuado ▪ Iluminación natural o artificial suficiente ▪ Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito ▪ Protección de las partes móviles de la maquinaria ▪ Etc.	▪ Casco de seguridad ▪ Botas o calzado de seguridad ▪ Botas de seguridad impermeables ▪ Guantes de lona y piel ▪ Guantes impermeables ▪ Gafas de seguridad ▪ Ropa de trabajo ▪ Protectores auditivos ▪ Cinturón de seguridad ▪ Cinturón antivibratorio

Tabla 2 Identificación de los riesgos y sus medidas de prevención y protecciones individuales durante la actividad de cimentación y construcción de la estructura

2.3. Cubierta

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
▪ Caídas al mismo nivel ▪ Caídas a distinto nivel ▪ Caídas al vacío ▪ Caída de objetos ▪ Choques y golpes con objetos ▪ Atrapamientos y aplastamiento ▪ Caídas de materiales transportados ▪ Sobreesfuerzos ▪ Ruidos y contaminación acústica ▪ Vibraciones ▪ Cuerpos extraños en los ojos ▪ Condiciones meteorológicas adversas ▪ Ambiente pulvígeno ▪ Contactos eléctricos ▪ Lesiones o cortes en las manos ▪ Etc.	▪ Barandillas ▪ Pasarelas ▪ Redes verticales y horizontales ▪ Andamios de seguridad ▪ Mallazos ▪ Escaleras adecuadas ▪ Mantenimiento de la maquinaria adecuado ▪ Iluminación natural o artificial suficiente ▪ Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito ▪ Protección de las partes móviles de la maquinaria ▪ Etc.	▪ Casco de seguridad ▪ Botas o calzado de seguridad ▪ Guantes de lona y piel ▪ Guantes impermeables ▪ Gafas de seguridad ▪ Ropa de trabajo ▪ Protectores auditivos ▪ Cinturón de seguridad ▪ Cinturón antivibratorio

Tabla 3 Identificación de los riesgos y sus medidas de prevención y protecciones individuales durante la actividad de instalación de la cubierta

2.4. Albañilería y cerramientos

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
▪ Caídas al mismo nivel ▪ Caídas a distinto nivel ▪ Caídas al vacío ▪ Caída de objetos ▪ Choques y golpes con objetos ▪ Atrapamientos y aplastamiento ▪ Caídas de materiales transportados ▪ Sobreesfuerzos ▪ Ruidos y contaminación acústica ▪ Vibraciones ▪ Ambiente pulvígeno ▪ Cuerpos extraños en los ojos ▪ Condiciones meteorológicas adversas ▪ Contactos eléctricos ▪ Lesiones o cortes en las manos ▪ Etc.	▪ Barandillas ▪ Pasarelas ▪ Redes verticales y horizontales ▪ Andamios de seguridad ▪ Mallazos ▪ Escaleras adecuadas ▪ Mantenimiento de la maquinaria adecuado ▪ Iluminación natural o artificial suficiente ▪ Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito ▪ Protección de las partes móviles de la maquinaria ▪ Etc.	▪ Casco de seguridad ▪ Botas o calzado de seguridad ▪ Guantes de lona y piel ▪ Guantes impermeables ▪ Gafas de seguridad ▪ Ropa de trabajo ▪ Protectores auditivos ▪ Cinturón de seguridad ▪ Cinturón antivibratorio

Tabla 4 Identificación de los riesgos y sus medidas de prevención y protecciones individuales durante la actividad de albañilería y cerramientos

2.5. Instalaciones

Riesgos frecuentes	Medidas preventivas	Protecciones individuales
▪ Caídas al mismo nivel ▪ Caídas a distinto nivel ▪ Caídas al vacío ▪ Caída de objetos ▪ Choques y golpes con objetos ▪ Atrapamientos y aplastamiento ▪ Caídas de materiales transportados ▪ Sobreesfuerzos ▪ Ruidos y contaminación acústica ▪ Vibraciones ▪ Ambiente pulvígeno ▪ Cuerpos extraños en los ojos ▪ Condiciones meteorológicas adversas ▪ Contactos eléctricos ▪ Lesiones o cortes en las manos ▪ Etc.	▪ Barandillas ▪ Pasarelas ▪ Redes verticales y horizontales ▪ Andamios de seguridad ▪ Mallazos ▪ Escaleras adecuadas ▪ Mantenimiento de la maquinaria adecuado ▪ Iluminación natural o artificial suficiente ▪ Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito ▪ Protección de las partes móviles de la maquinaria ▪ Etc.	▪ Casco de seguridad ▪ Botas o calzado de seguridad ▪ Guantes de lona y piel ▪ Guantes impermeables ▪ Gafas de seguridad ▪ Ropa de trabajo ▪ Protectores auditivos ▪ Cinturón de seguridad ▪ Cinturón antivibratorio

Tabla 5 Identificación de los riesgos y sus medidas de prevención y protecciones individuales durante la construcción de las instalaciones

3. BOTIQUÍN

Según lo descrito en el V Convenio General del sector de la Construcción, libro 2º, Título III, capítulo VI, sección 3ª y artículo 245, se indica que es necesaria la instalación de botiquines, tanto fijos como portátiles, en el centro de trabajo. Se disponen un total de 2 botiquines de obra, distribuidos en las distintas secciones de trabajo.

El coordinador en materia de Seguridad y Salud será aquel que aporte una formación al personal de la obra para la aplicación del botiquín.

El botiquín debe encontrarse debidamente equipado en todo momento, disponiendo de una persona designada por el coordinador en materia de Seguridad y Salud la responsable de verificar mensualmente que se encuentra debidamente equipado y retirar los elementos dañados o caducados y reponerlos.

Con respecto al contenido concreto de que debe disponer el citado botiquín, como mínimo y según lo expresado en el RD 486/97 disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo, debe disponer de:

- Desinfectantes y Antisépticos
- Gasas estériles
- Algodón Hidrófilo
- Venda
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables

4. DESIGNACIÓN Y FUNCIONES DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Durante las obras descritas en el presente Proyecto, el promotor designará un coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del mismo. Tras su designación, el promotor debe efectuar un aviso a las autoridades laborales competentes antes del comienzo de las obras, debiendo exponerse en la obra de forma visibles y actualizándose si fuese necesario.

Según lo dispuesto en el art. 3 del Real Decreto 1627/1992, el coordinador en materia de seguridad y salud debe tener la obligación de disponer del título de Ingeniero.

Si se diese el caso de que, durante la ejecución de la obra, interviniesen más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, antes de la puesta en marcha de las obras, se designa un coordinador en materia de seguridad y salud, pudiendo darse el caso que el puesto de coordinador en materia de seguridad durante la elaboración del proyecto de obra y la ejecución de la obra recaiga sobre la misma persona. Que exista un coordinador en estos campos no eximirá en ningún caso al promotor de sus propias responsabilidades.

Por tanto, las funciones principales que recaen sobre el coordinador en materia de seguridad y salud serán:

- Aprobar el plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, con la posibilidad de realizar modificaciones
- Coordinar la aplicación de los principios de prevención para planificar los diferentes trabajos simultáneos que se llevan a cabo y estimar su duración
- Coordinar las tareas de la obra para garantizar al contratista que se realicen de manera coherente y es responsable de los principios de acción preventiva durante la ejecución
- Organizar la coordinación de las diferentes actividades y controlar que se lleven a cabo de forma adecuada los métodos de trabajo
- Adoptar las medidas necesarias para que solo el personal autorizado pueda acceder a la obra
- Advertir a los contratistas del incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, registrándolas en el Libro de incidencias. Será, además, responsable de aportar una copia del Libro de incidencias a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Paralizar los trabajos de la obra si se da algún riesgo grave para los trabajadores

5. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá un Libro de incidencias, el cual tiene como objetivo controlar y mantener un seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

Este Libro de incidencias será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenece el técnico que aprueba el Plan de Seguridad y Salud o por la Oficina de Supervisión de Proyectos que equivale a las Administraciones Públicas.

El Libro de incidencias se encontrará en todo momento en la obra y será rellenado por el Coordinador en materia de seguridad y salud correspondiente, teniendo acceso a este la dirección facultativa de la obra, los contratistas, subcontratistas, trabajadores autónomos…

Siempre que el Coordinador en materia de seguridad y salud modifique el Libro de incidencias, se debe remitir una copia a la Inspección de trabajo y seguridad social de la provincia en un plazo inferior de 24 horas y notificar al contratista como a los representantes de los trabajadores.

6. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES AL PROYECTO Y A LA OBRA

Durante la redacción del presente Proyecto y según lo indicado en la Ley de Prevención de riesgos laborales, es necesario cumplir una serie de principios generales de la prevención en materia de Seguridad y Salud indicados en el artículo 15 de la Ley durante las fases de concepción, estudio y elaboración del Proyecto de obra y en particular a la hora de tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización para planificar los diferentes trabajos que se realizan de forma simultánea o de forma sucesiva y estimar la duración de los distintos trabajos que se van realizando.

Según lo indicado en la Ley citada anteriormente, estos principios generales se aplican durante la ejecución de la obra en las siguientes actividades preventivas:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo en función de las condiciones de acceso, vías o zonas de desplazamiento o circulación
- Manipulación de los materiales y empleo de los medios auxiliares
- Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, para corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- Delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento de las sustancias peligrosas
- Recogida de los materiales peligrosos empleados
- Almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- Adaptación del período de tiempo efectivo para llevar a cabo los distintos trabajos
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad realizada en la obra o en las proximidades.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

7.1. Descripción y situación

La actividad industrial redactada en el presente Proyecto es llevada a cabo en el Polígono Industrial de La Portalada-III situado en el municipio de Logroño, perteneciente a la Comunidad Autónoma de La Rioja. LA superficie de la parcela en la que se encuentran ubicadas las instalaciones tiene una superficie total de 3.250 m^2.

Las obras e instalaciones que se realizan en el Proyecto quedan descritas en la memoria descriptiva del Proyecto y en los planos adjuntos, así como las instalaciones auxiliares y complementarias.

Para la preparación de la obra, primeramente, se desbroza el terreno con medios mecánicos y se pavimentan las zonas exteriores a la nave y se genera las zonas de circulación de vehículos. Para ello, se excavan zanjas sobre terreno duro con una retroexcavadora, trasladando las tierras hasta su depósito correspondiente situado a menos de 20 km.

Tras esto, se ejecuta la nave en cuyo exterior se encuentra una zona de recepción y las vías de tránsito necesarias para la circulación de vehículos para, finalmente, ejecutar las instalaciones de saneamiento, fontanería, neumática, tratamiento de agua, frigorífica, eléctrica y protección contra incendios.

7.2. Presupuesto, plazos de ejecución y mano de obra

El presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones del proyecto de la planta de elaboración de hidromiel asciende a la cantidad de QUINIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CENTIMOS.

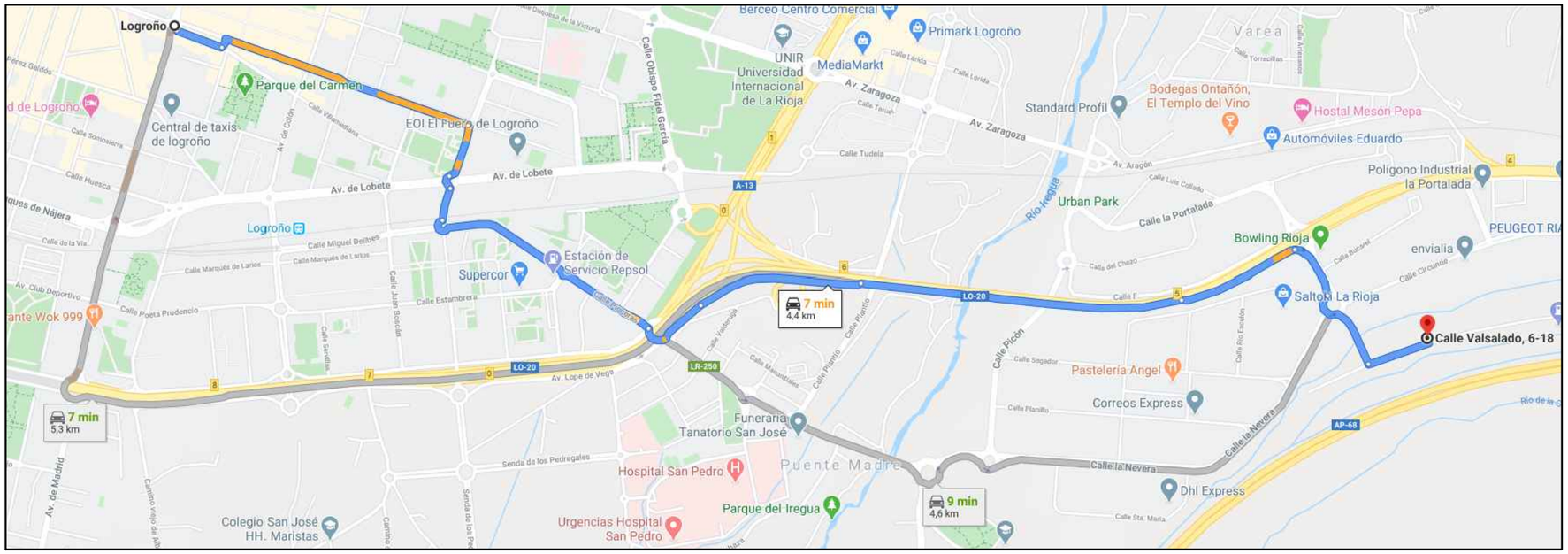
El presupuesto de ejecución del Estudio Básico de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de MIL CINCO EUROS con CUARENTA Y TRES CENTIMOS.

El plazo de ejecución previsto es de 10 meses, con un personal encargado de la construcción de 5 personas.

Planos

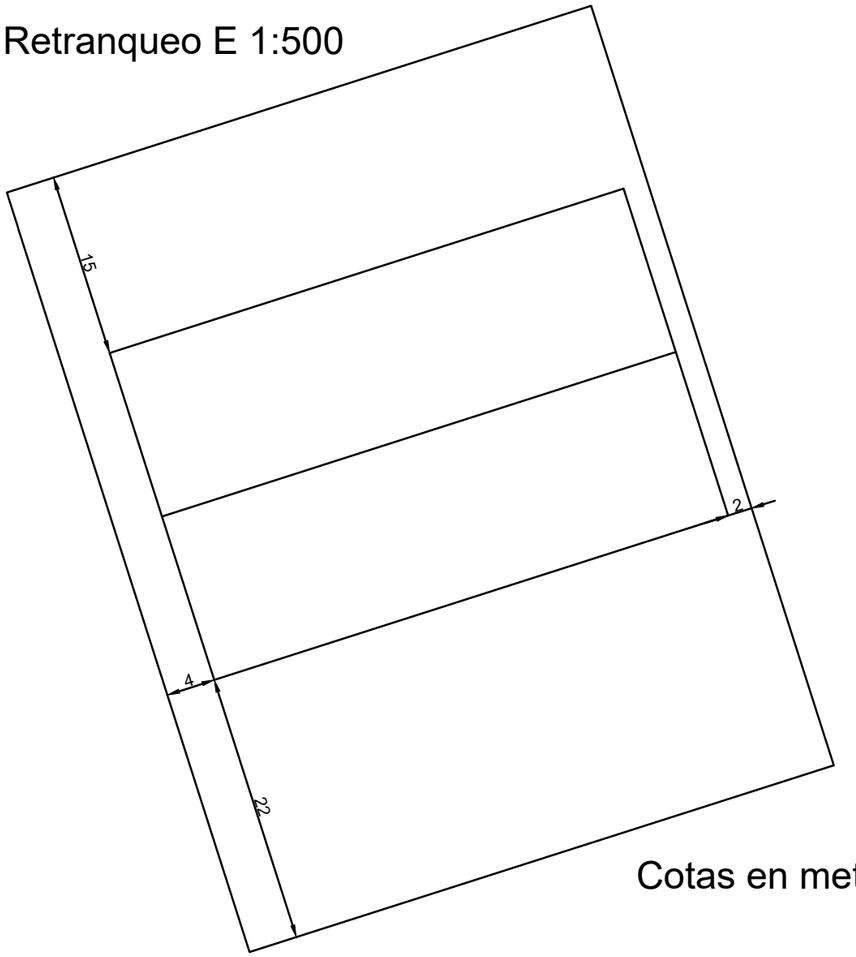
UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE DE PLANOS



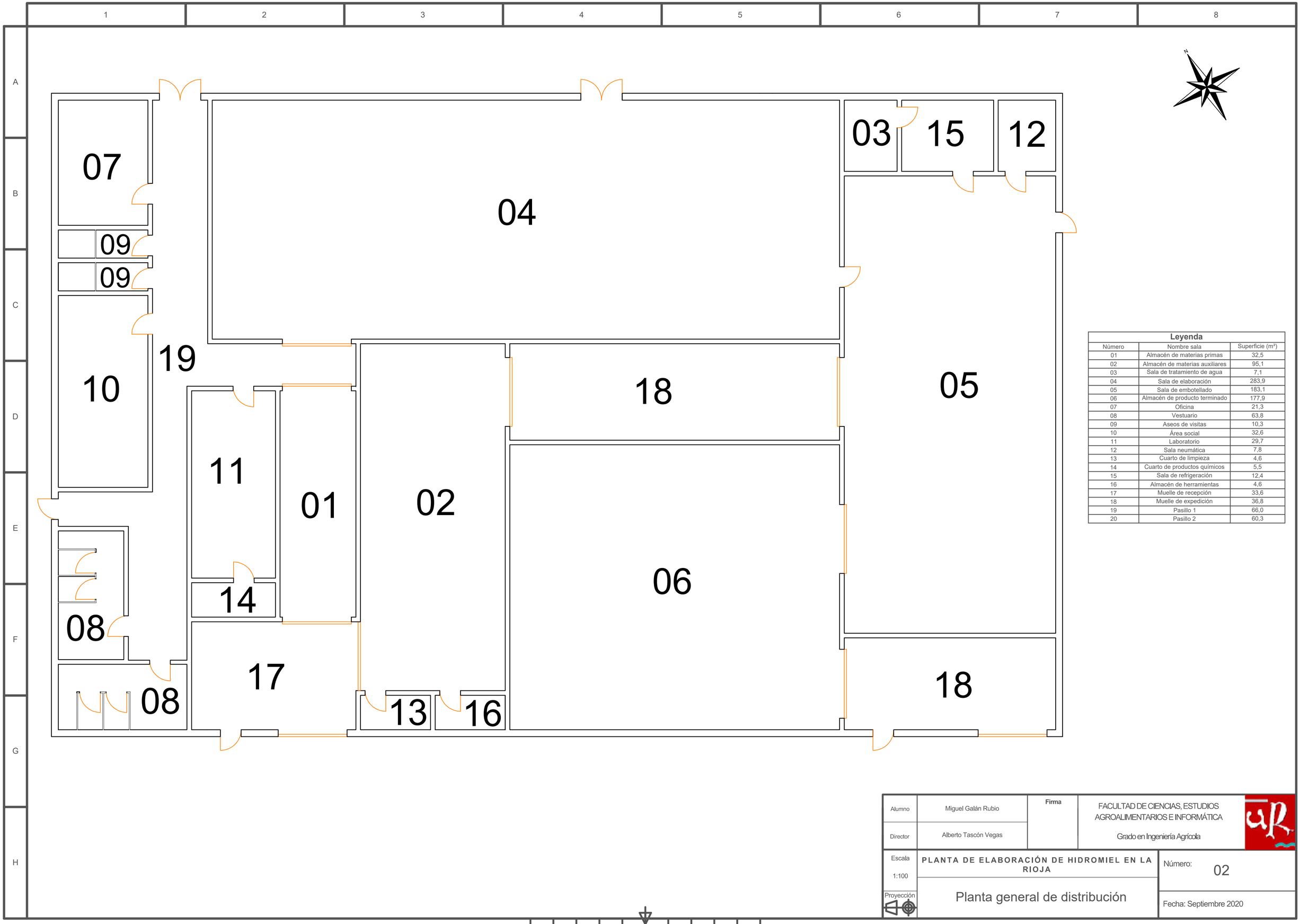
N

Retranqueo E 1:500



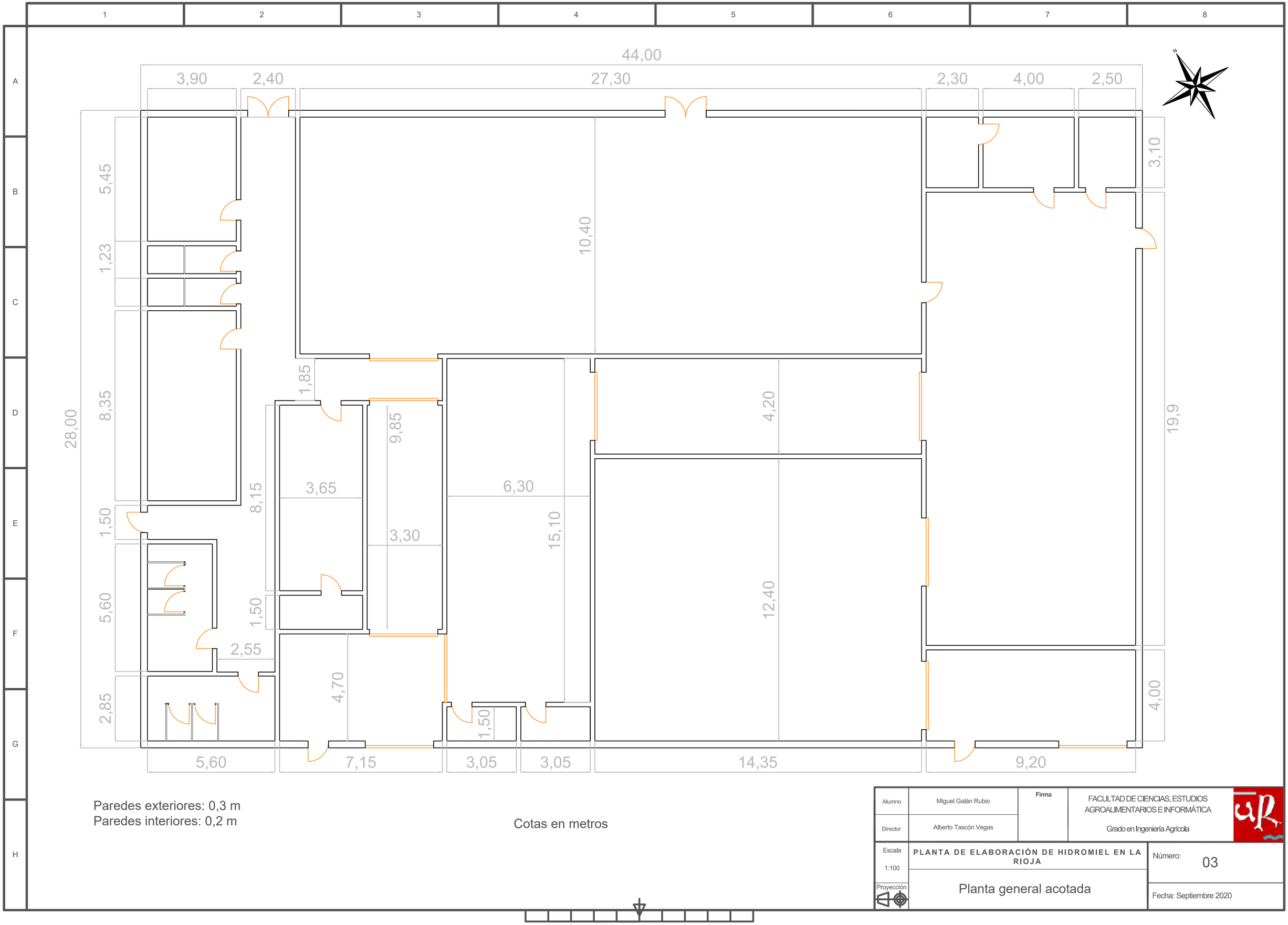
Cotas en metros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala S/E	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 01
Proyección	Situación y emplazamiento		Fecha: Septiembre 2020



Leyenda		
Número	Nombre sala	Superficie (m^2)
01	Almacén de materias primas	32,5
02	Almacén de materias auxiliares	95,1
03	Sala de tratamiento de agua	7,1
04	Sala de elaboración	283,9
05	Sala de embotellado	183,1
06	Almacén de producto terminado	177,9
07	Oficina	21,3
08	Vestuario	63,8
09	Aseos de visitas	10,3
10	Área social	32,6
11	Laboratorio	29,7
12	Sala neumática	7,8
13	Cuarto de limpieza	4,6
14	Cuarto de productos químicos	5,5
15	Sala de refrigeración	12,4
16	Almacén de herramientas	4,6
17	Muelle de recepción	33,6
18	Muelle de expedición	36,8
19	Pasillo 1	66,0
20	Pasillo 2	60,3

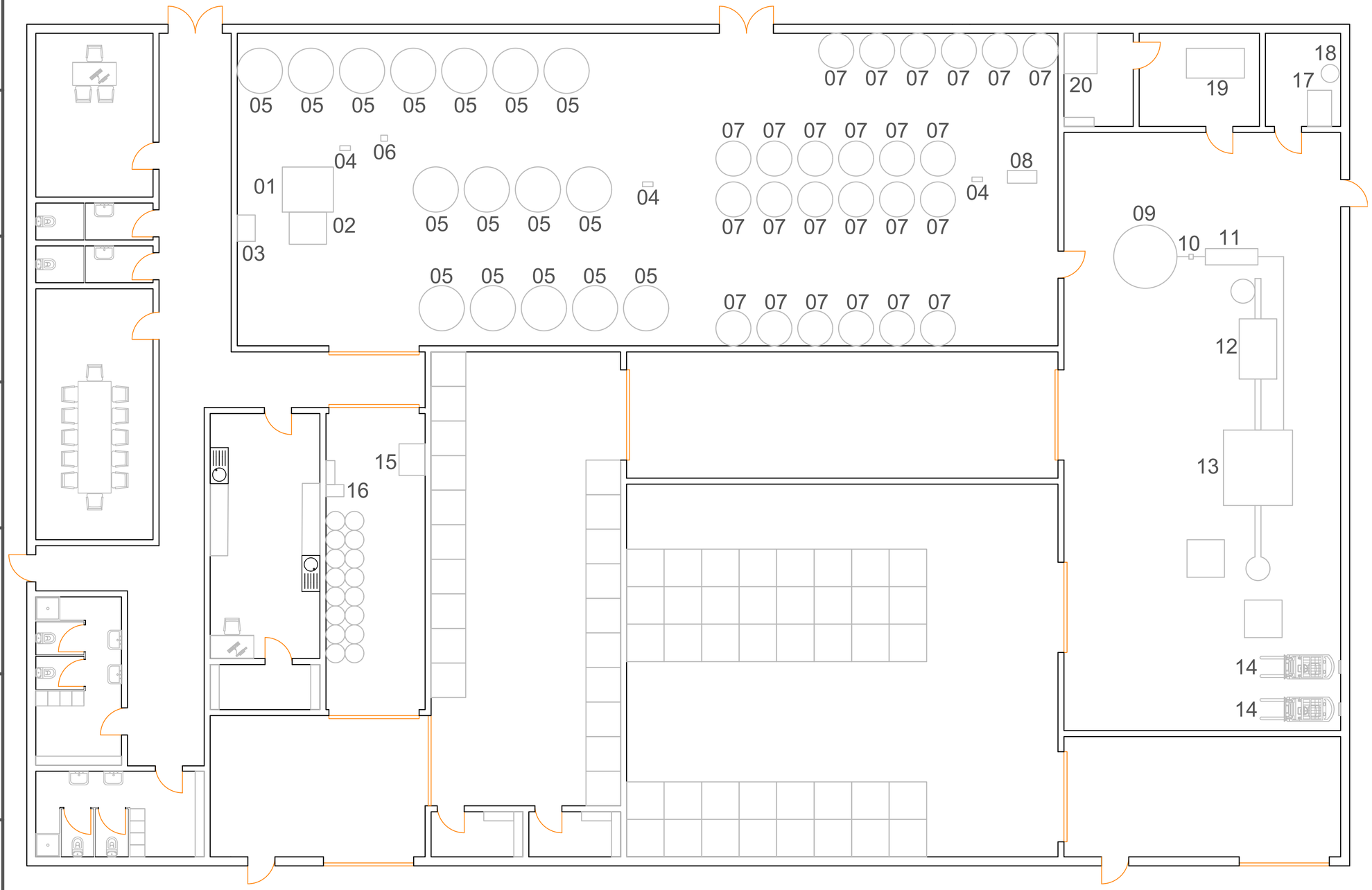
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 02
Proyección	Planta general de distribución		Fecha: Septiembre 2020



Paredes exteriores: 0,3 m
Paredes interiores: 0,2 m

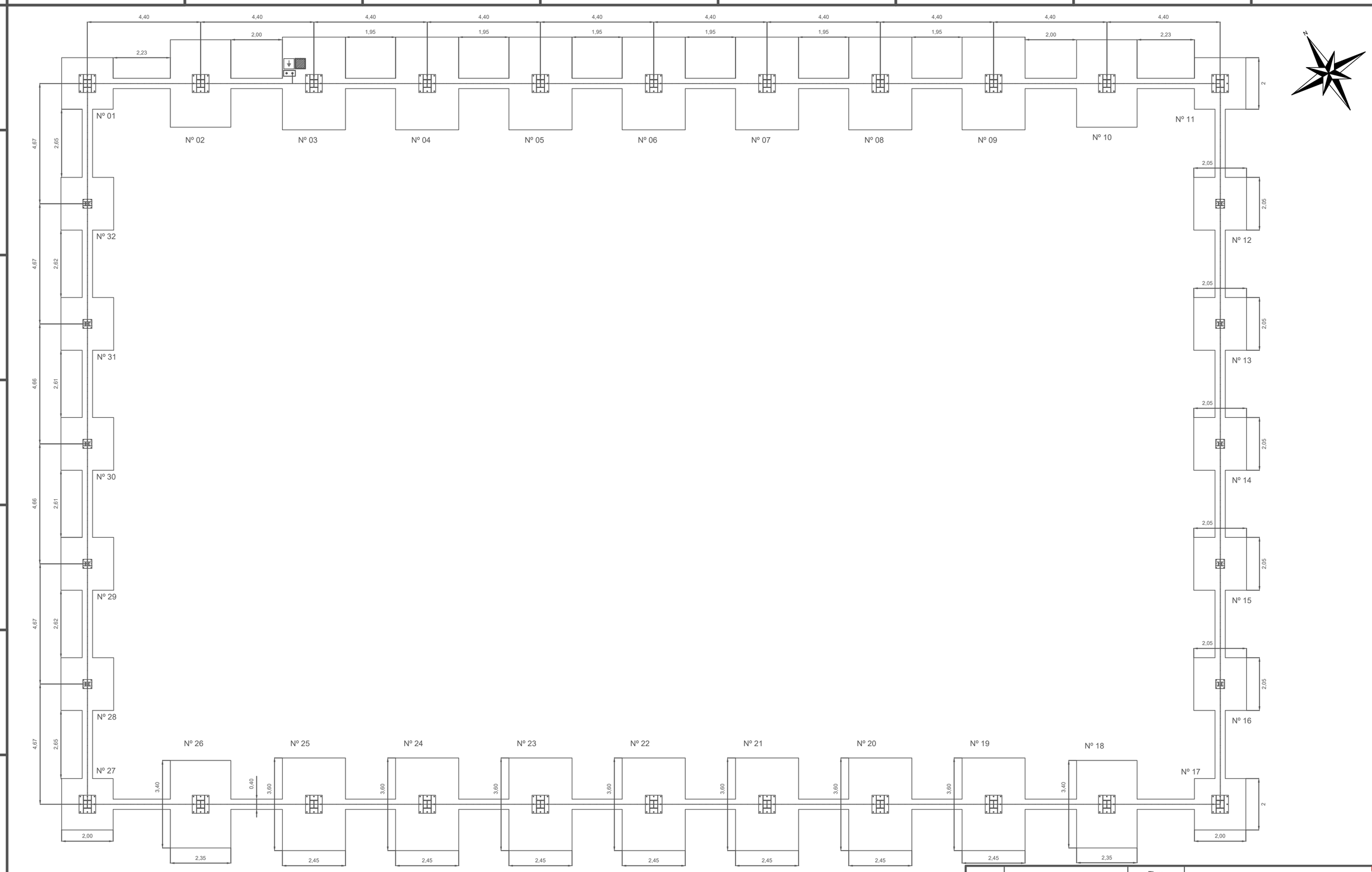
Cotas en metros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 03
Proyección	Planta general acotada		Fecha: Septiembre 2020



Leyenda	
Número	Nombre equipo
01	Depósito de mezcla
02	Carro elevador y volteador de bidones
03	Calentador de bidones
04	Bomba de rodetes flexibles
05	Depósito de fermentación
06	Intercambiador de calor de placas
07	Depósito de maduración/clarificación
08	Filtro de placas
09	Depósito nodriza
10	Bomba de doble diafragma
11	Detector de metales
12	Etiquetadora semiautomática
13	Enjuagadora-llenadora-taponadora
14	Carretilla eléctrica
15	Transportador de bidones
16	Balanza industrial
17	Compresor de aire
18	Tanque acumulador de aire comprimido
19	Equipo de refrigeración de agua
20	Equipo de ósmosis inversa

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 04
Proyección	Planta de maquinaria		Fecha: Septiembre 2020



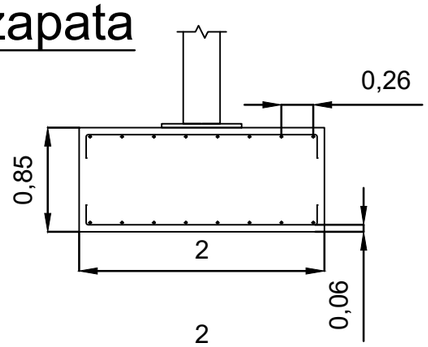
Leyenda	
Símbolo	Nombre
———	Cable rígido de 35 mm² de sección formando un anillo en zanja de cimentación
▨	Toma de tierra con arqueta
⊡ ↓	Punto de puesta a tierra

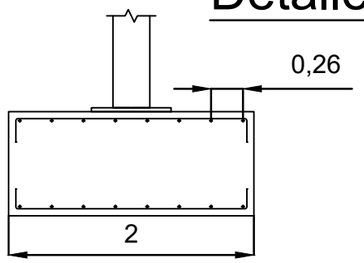
Tipo de acero de las armaduras: B-500 S
Tipo de acero de las placas de anclaje: S-275JR
Tipo de acero de los pernos de anclaje: B-400 S
Tipo de hormigón: HA-25

Resistencia máxima del terreno a la profundidad donde se apoyan las zapatas (0,85 m): 2,5 kp/cm²

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 05.01
Proyección	Planta de cimentación		Fecha: Septiembre 2020

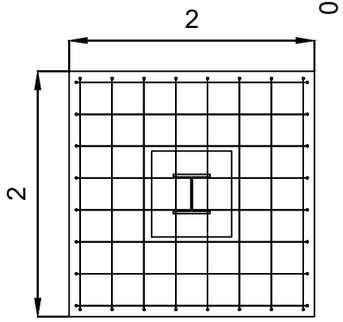
Detalle de la zapata





Número de zapata:
1, 11, 17 y 27

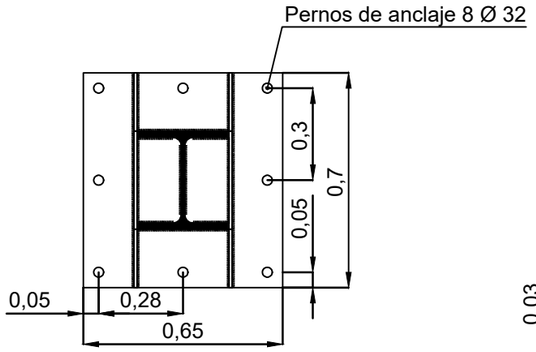
Armadura longitudinal
8Ø16c/26 (220)

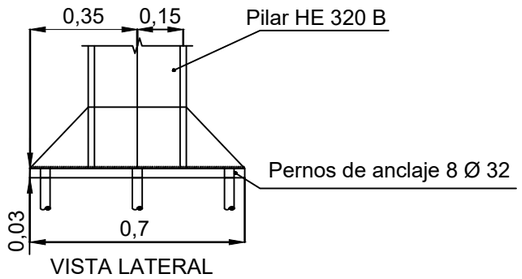


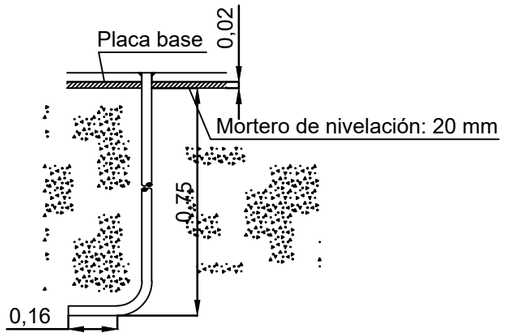
Armadura transversal
8Ø16c/26 (220)

E 1:50

Detalle de la placa de anclaje

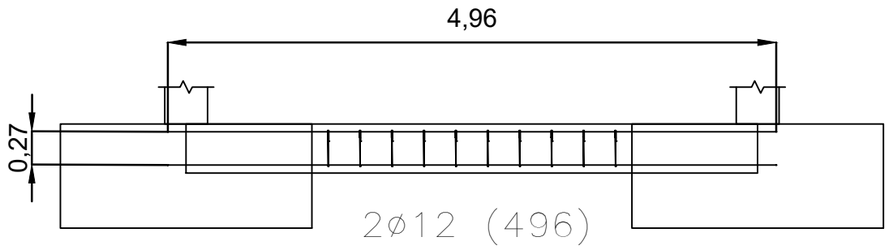






E 1:20

Detalle del muro perimetral de atado



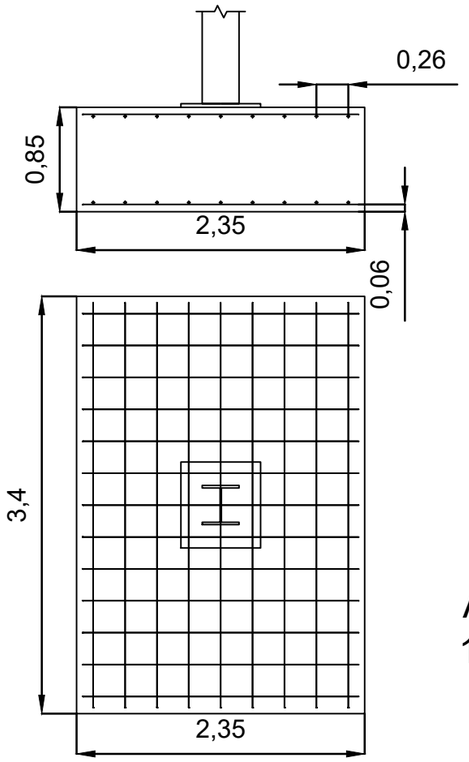
E 1:50

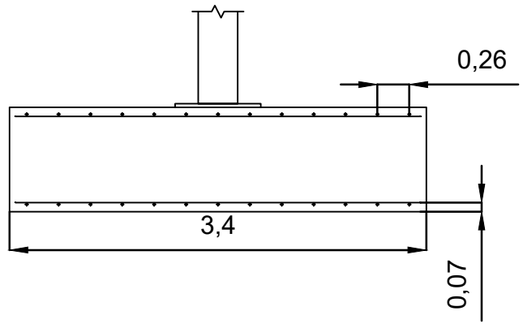
Tipo de acero de las armaduras: B500 S
Tipo de acero de las placas de anclaje: B400 S
Tipo de hormigón de las zapatas: HA-25

Cotas en metros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 05.02
Varias	Detalles de cimentación: pórticos hastiales		
Proyección			Fecha: Septiembre 2020

Detalle de la zapata





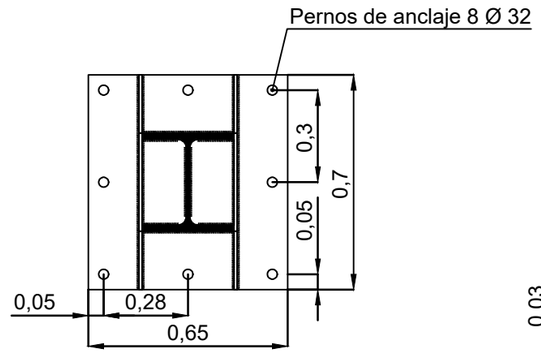
Número de zapata: 02, 10, 28 y 26

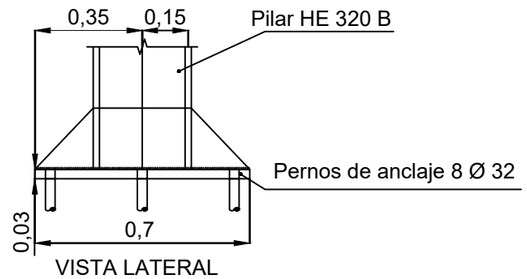
Armadura longitudinal
14Ø16c/26 (235)

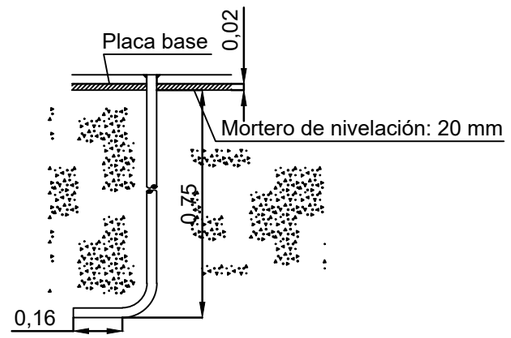
E 1:50

Armadura transversal
9Ø16c/26 (350)

Detalle de la placa de anclaje

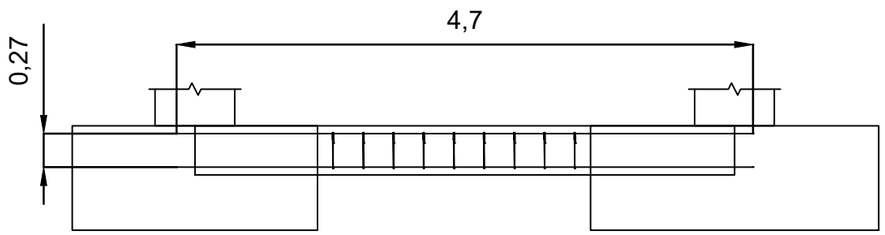






E 1:20

Detalle del muro perimetral de atado



E 1:50

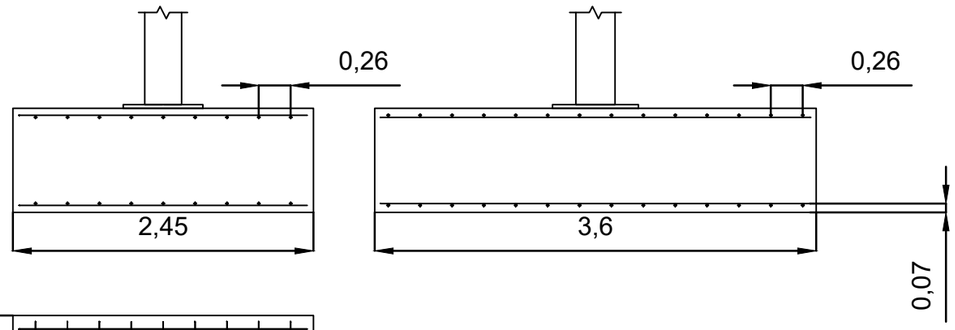
2ø12 (470)

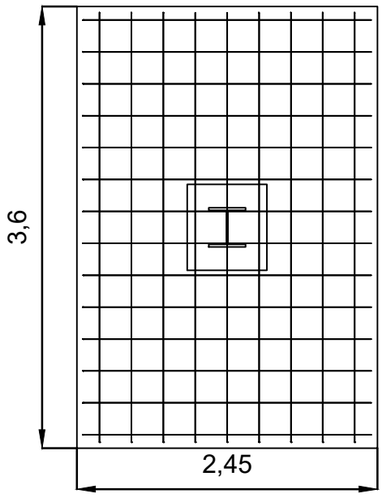
Cotas en metros

Tipo de acero de las armaduras: B500 S
Tipo de acero de las placas de anclaje: B400 S
Tipo de hormigón de las zapatas: HA-25

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala Varias	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 05.03
Proyección	Detalles de cimentación: pórticos anexos a los hastiales		Fecha: Septiembre 2020

Detalle de la zapata





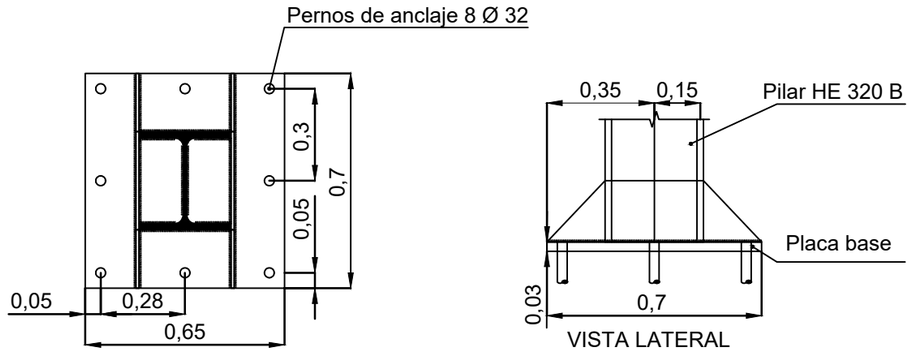
Armadura transversal
9Ø16c/26 (350)

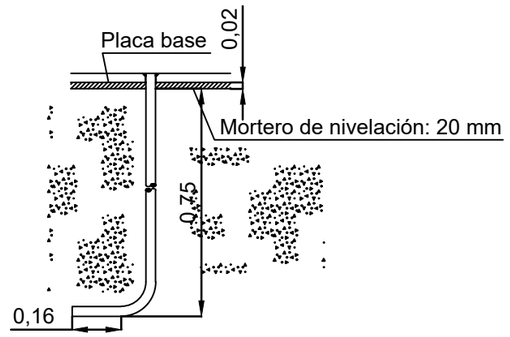
Armadura longitudinal
14Ø16c/26 (235)

E 1:50

Número de zapata: 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25

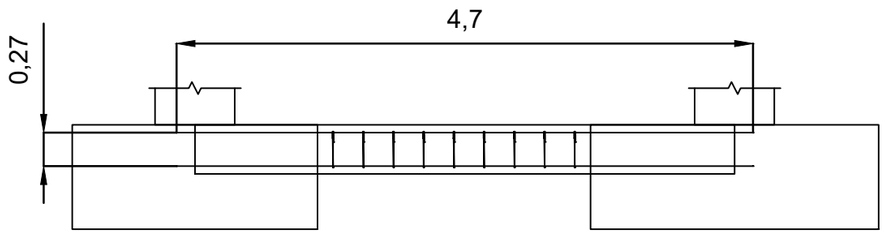
Detalle de la placa de anclaje





E 1:20

Detalle del muro perimetral de atado



E 1:50

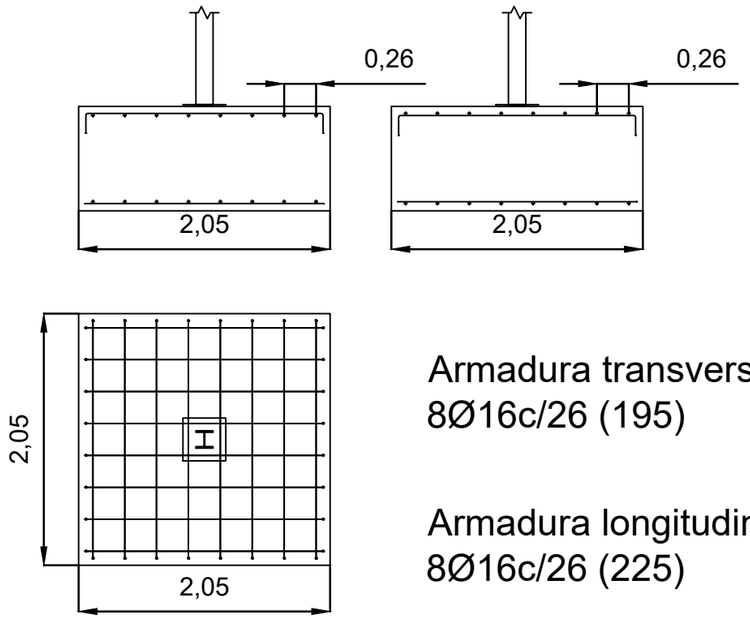
2ø12 (470)

Cotas en metros

Tipo de acero de las armaduras: B500 S
Tipo de acero de las placas de anclaje: B400 S
Tipo de hormigón de las zapatas: HA-25

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala: Varias	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 05.04
Proyección	Detalles de cimentación: pórticos intermedios		Fecha: Septiembre 2020

Detalle de la zapata



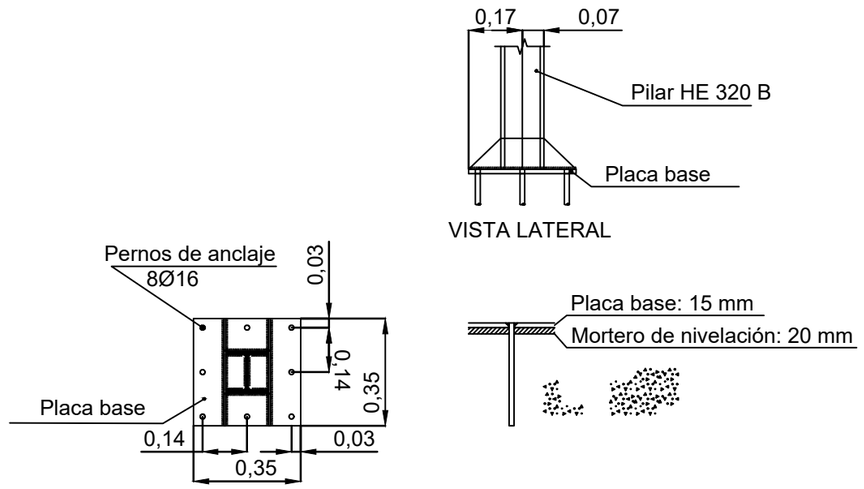
Armadura transversal
8Ø16c/26 (195)

Armadura longitudinal
8Ø16c/26 (225)

E 1:50

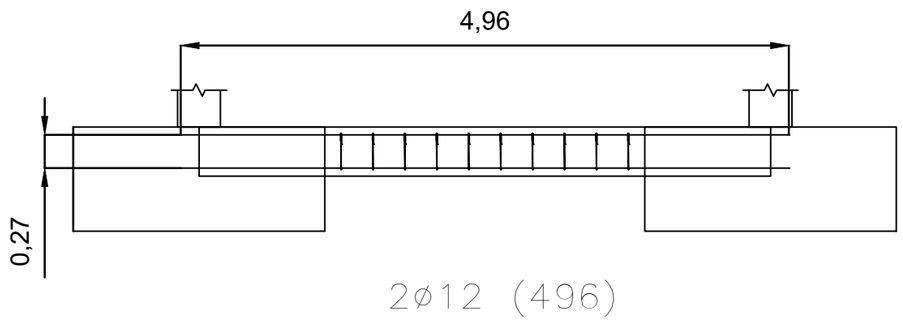
Número de zapata: 12, 13, 14, 15, 16, 28, 29, 30, 31 y 32

Detalle de la placa de anclaje



E 1:20

Detalle del muro perimetral de atado



E 1:50

Cotas en metros

Tipo de acero de las armaduras: B500 S
Tipo de acero de las placas de anclaje: B400 S
Tipo de hormigón de las zapatas: HA-25

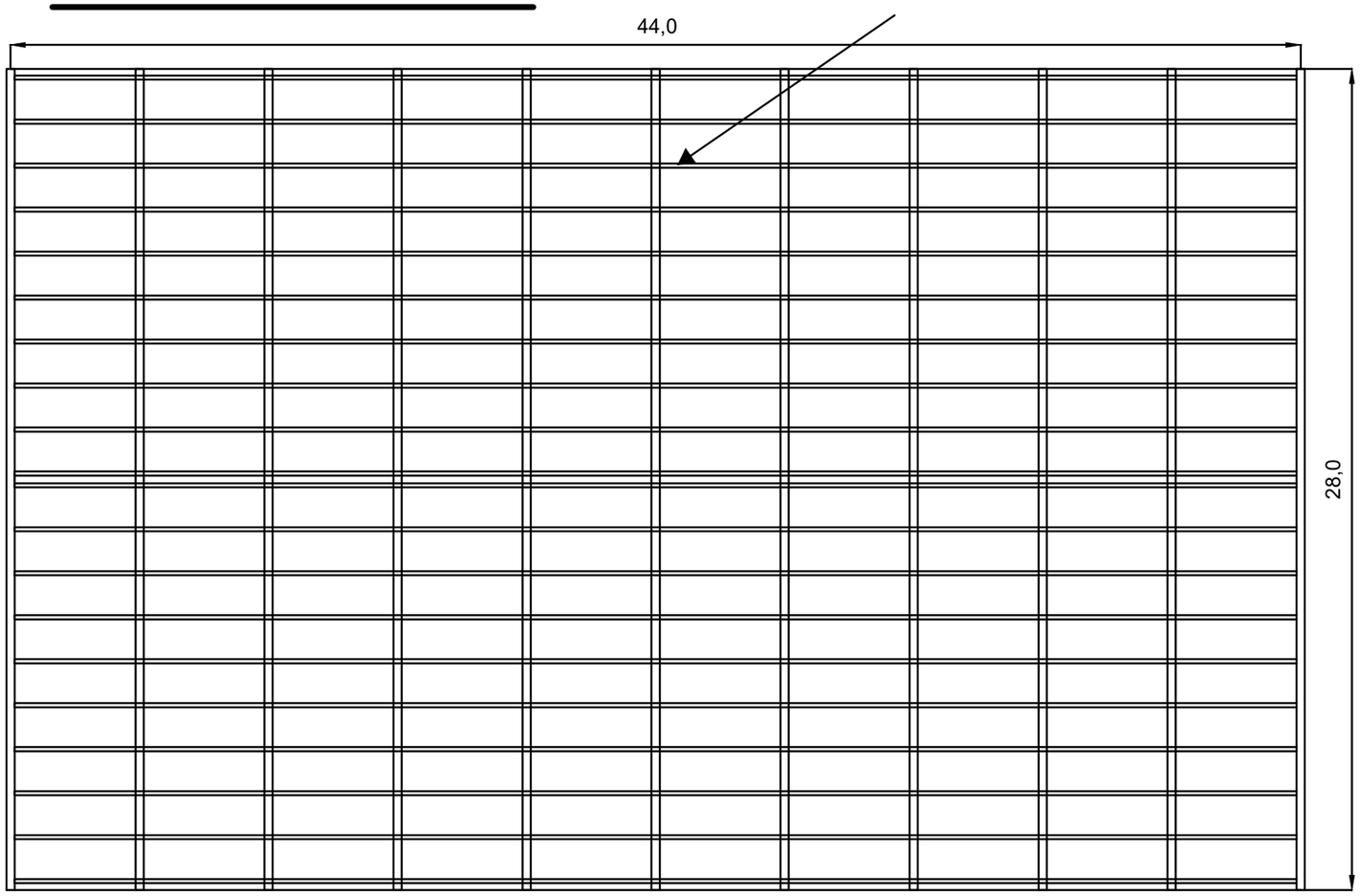
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala: Varias	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 05.05
Proyección	Detalles de cimentación: pilares intermedios		Fecha: Septiembre 2020

Estructura de cubierta

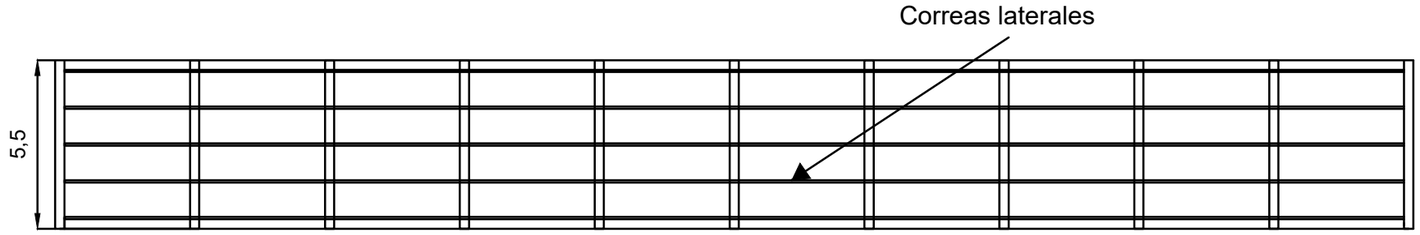
Correas de cubierta CF-140x3.0 de 3 vanos cada 1,2 metros en el plano del faldón

Correas laterales # 75x10.48 a 3 vanos cada 1,4 metros

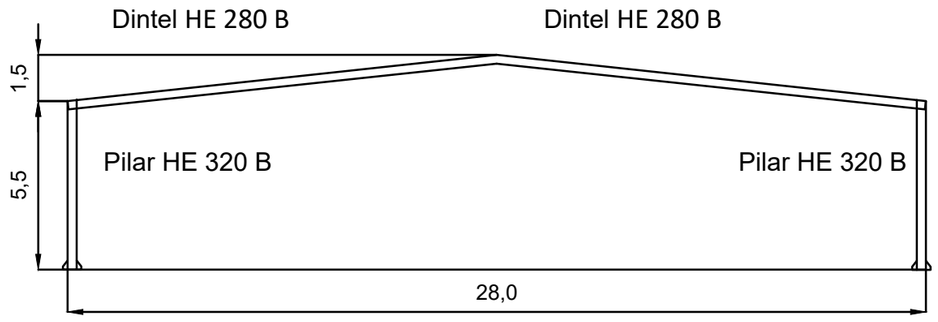
Tipo de acero empleado: S275



Estructura de fachada

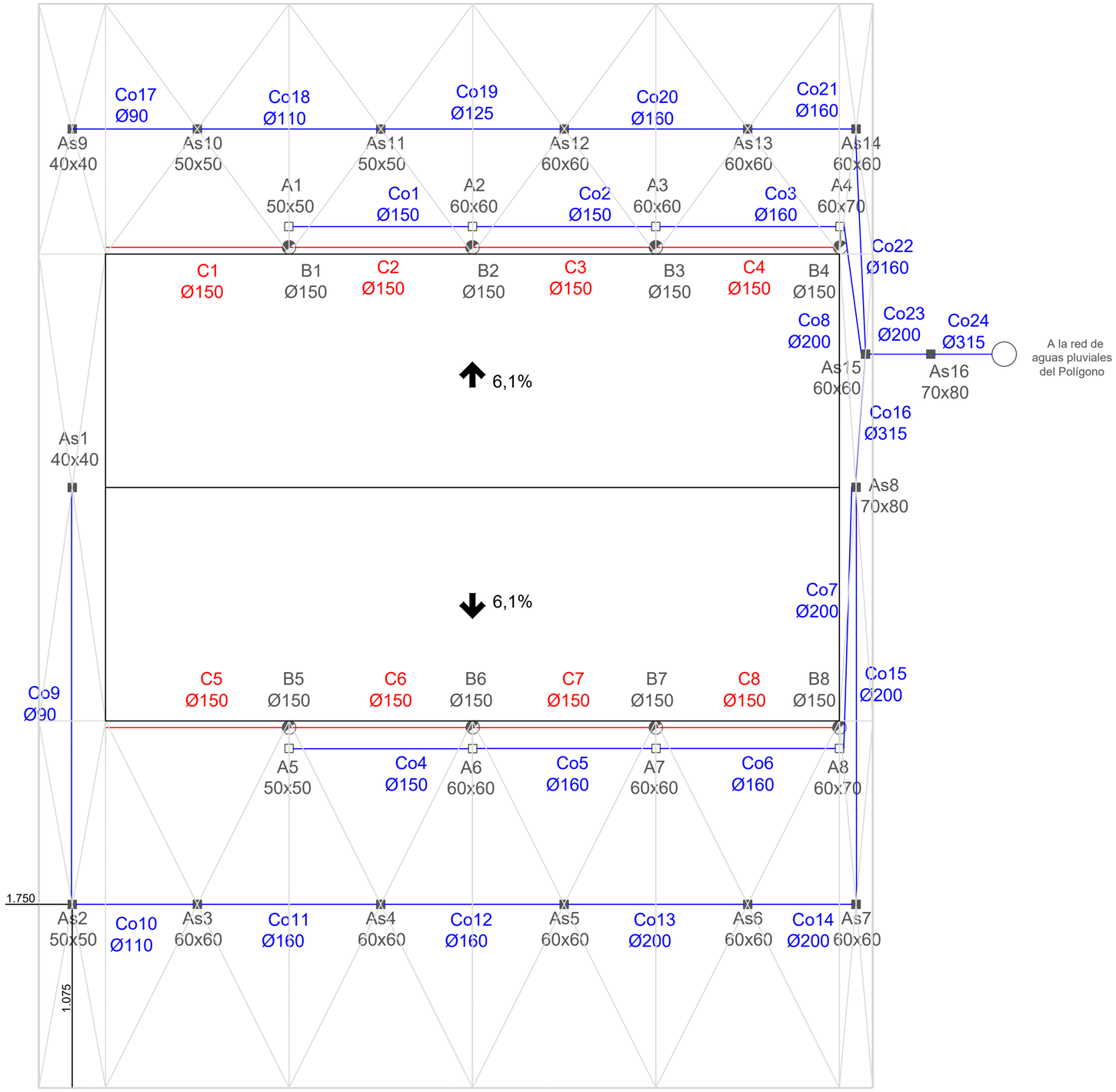


Pórtico



Cotas en metros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 06
Proyección	Secciones estructurales y estructura de cubierta		Fecha: Septiembre 2020

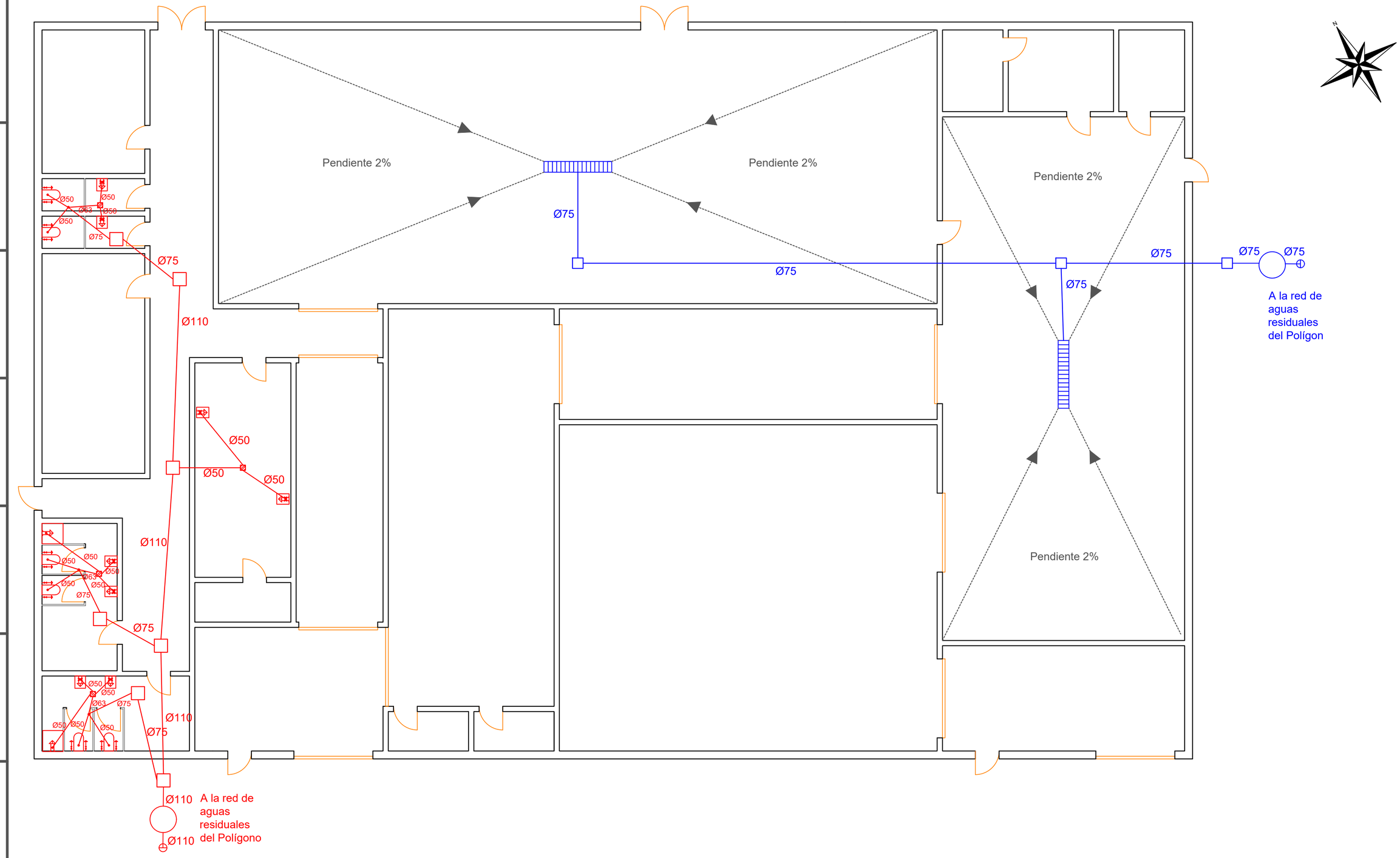


Pendiente canalón: 2%
Pendiente colectores: 2%
Pendiente pavimento: 2%

Leyenda		
Simbología	Nombre	Material
○	Pozo de registro	-
■	Arqueta sifónica 2% pendiente	Ladrillo
□	Arqueta a pie de bajante 2% pendiente	Ladrillo
◐	Bajante	Aluminio
——	Canalón	Aluminio
——	Colector	PVC

Cotas en milímetros

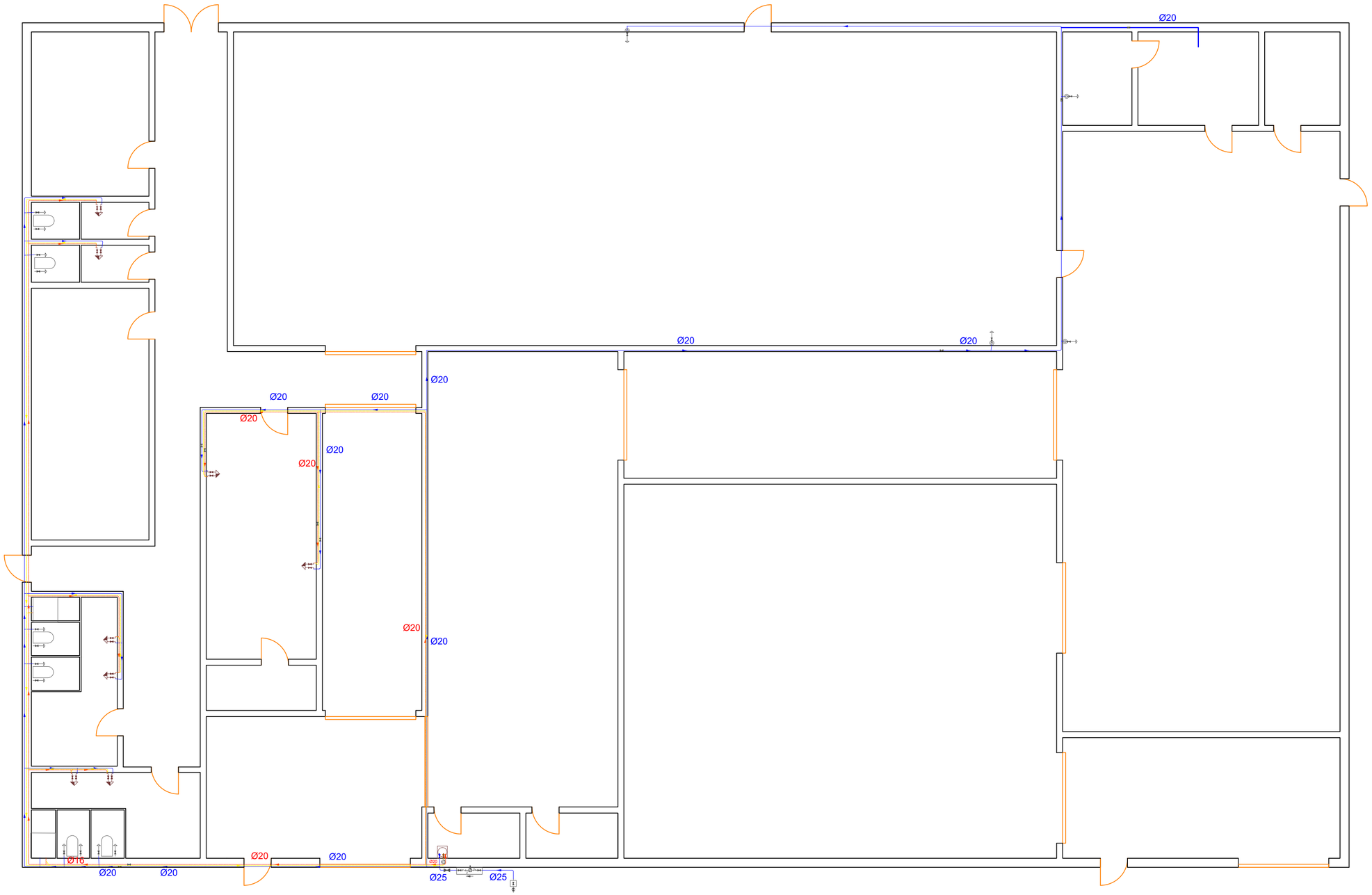
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 07
Proyección	Instalación de saneamiento: aguas pluviales		Fecha: Septiembre 2020



Arquetas aguas residuales: 40 x 40 mm
Arquetas aguas fecales: 50 x 50 mm
Tuberías de PVC con una pendiente de 2%

Cotas en metros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 08
Proyección	Instalación de saneamiento: aguas residuales y fecales		Fecha: Septiembre 2020

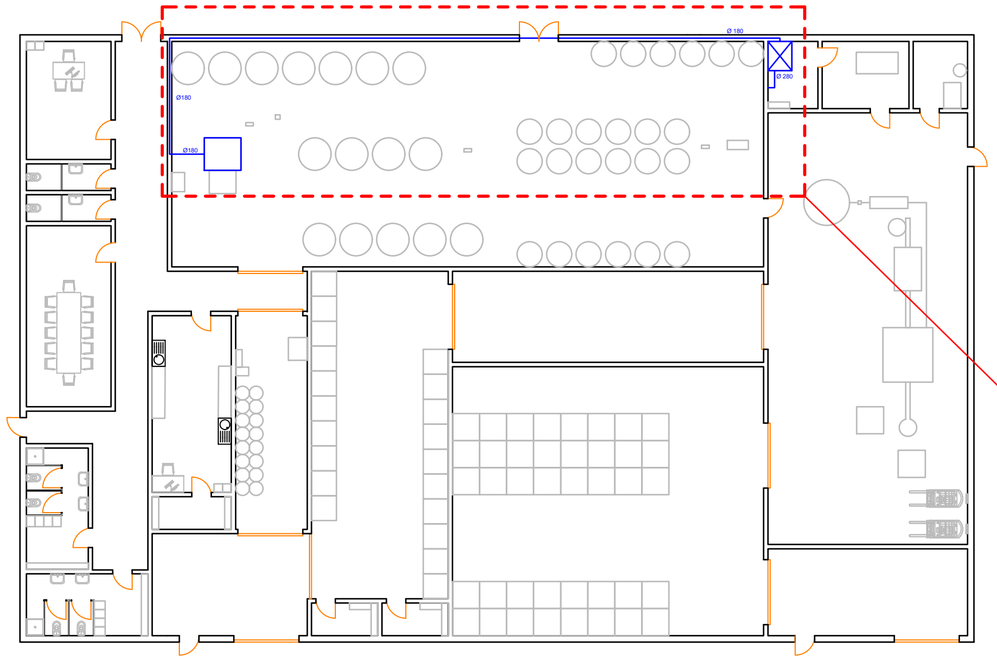


Simbología
Tubería de agua fría
Tubería de agua caliente
Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
Toma y llave de corte de acometida
Preinstalación de contador
Llave de abonado
Caldera a gas para calefacción y ACS
Bomba de circulación
Llave de local húmedo
Consumo con hidromezclador
Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañera)
Consumo de agua fría
Punto de consumo con mayor caída de presión
Sistema de válvula de retención de tipo embolo

Cotas en milímetros

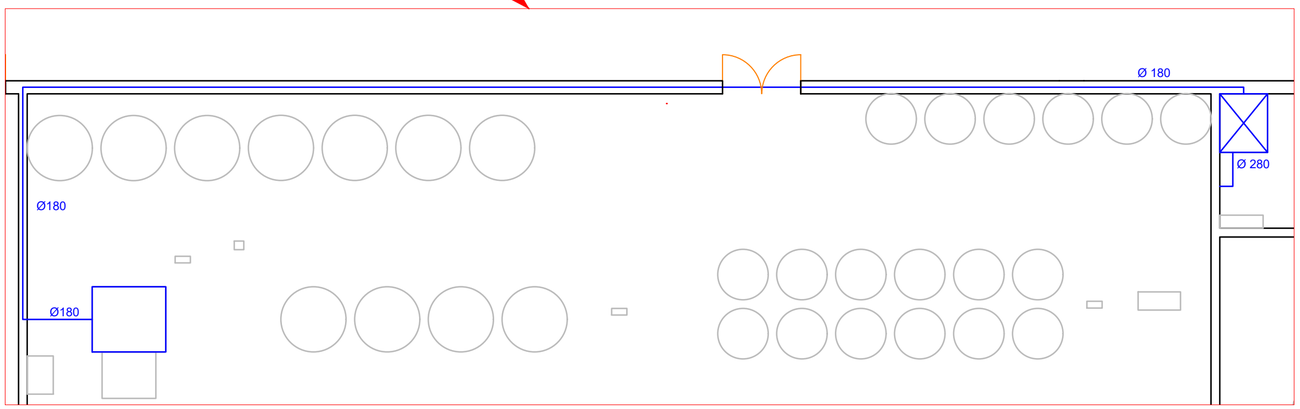
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 09
Proyección	Instalación de fontanería		Fecha: Septiembre 2020

E 1:200



Leyenda	
⊠	Equipo de tratamiento de agua
□	Depósito de mezcla
———	Tubería de PVC

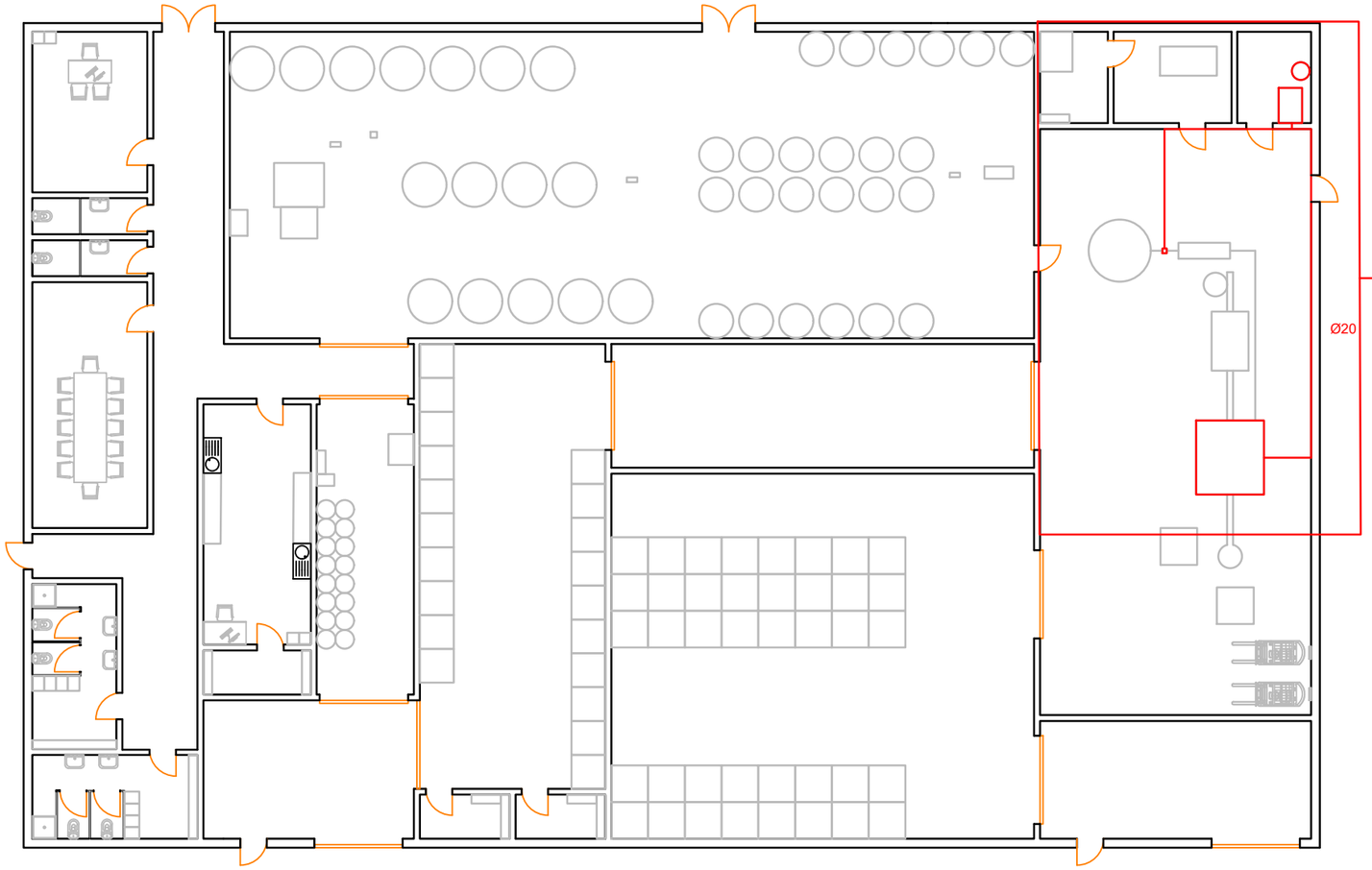
E 1:100



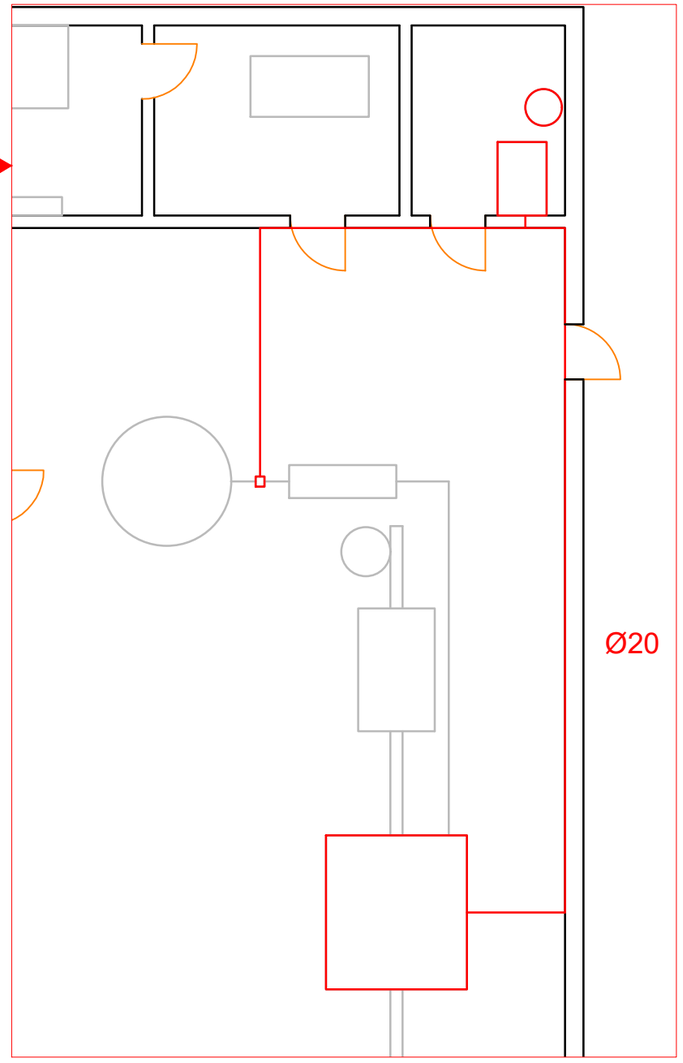
Cotas en milímetros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala: Varias	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 10
Proyección	Instalación de tratamiento de agua		Fecha: Septiembre 2020

E 1:200

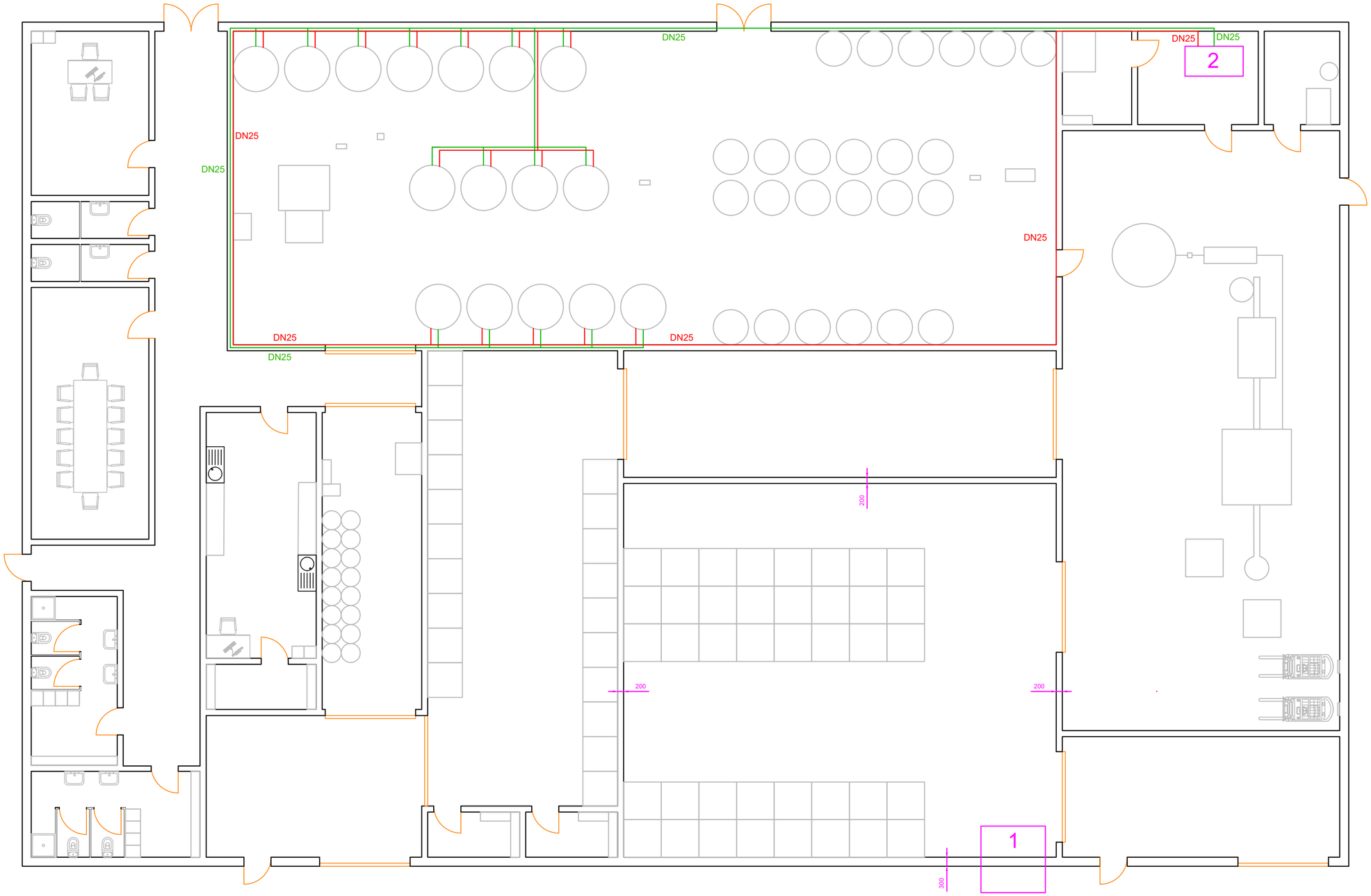


E 1:100



Cotas en milímetros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala: Varias	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 11
Proyección	Instalación neumática		Fecha: Septiembre 2020



Tubos PVC de suministro y salida del agua de las camisas de refrigeración: 16Ø

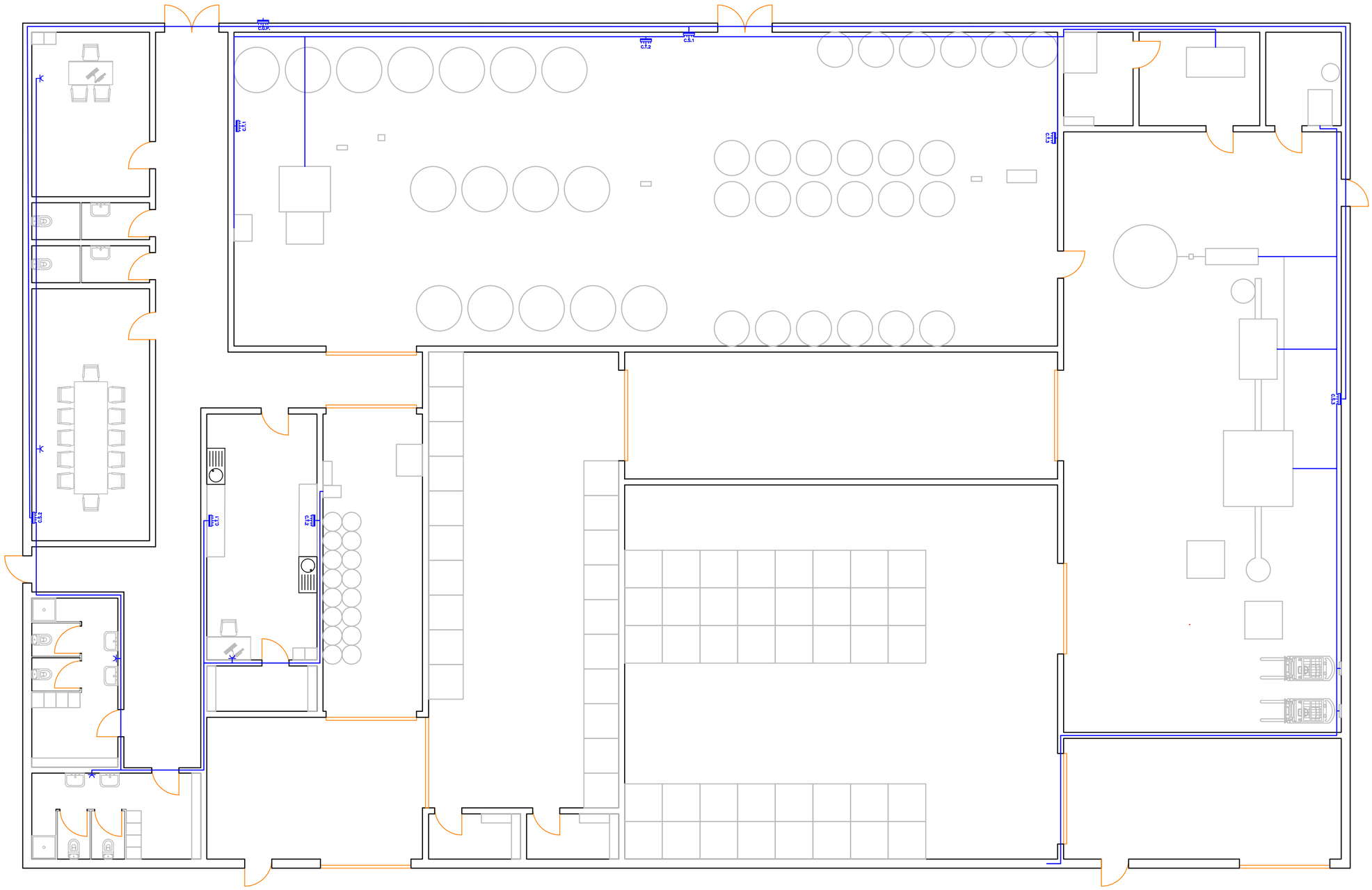
Leyenda	
	Tubería de entrada
	Tubería de retorno
1	Equipo de refrigeración del almacén
2	Equipo de refrigeración de agua

Cotas en milímetros

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 12
Proyección	Instalación frigorífica		Fecha: Septiembre 2020

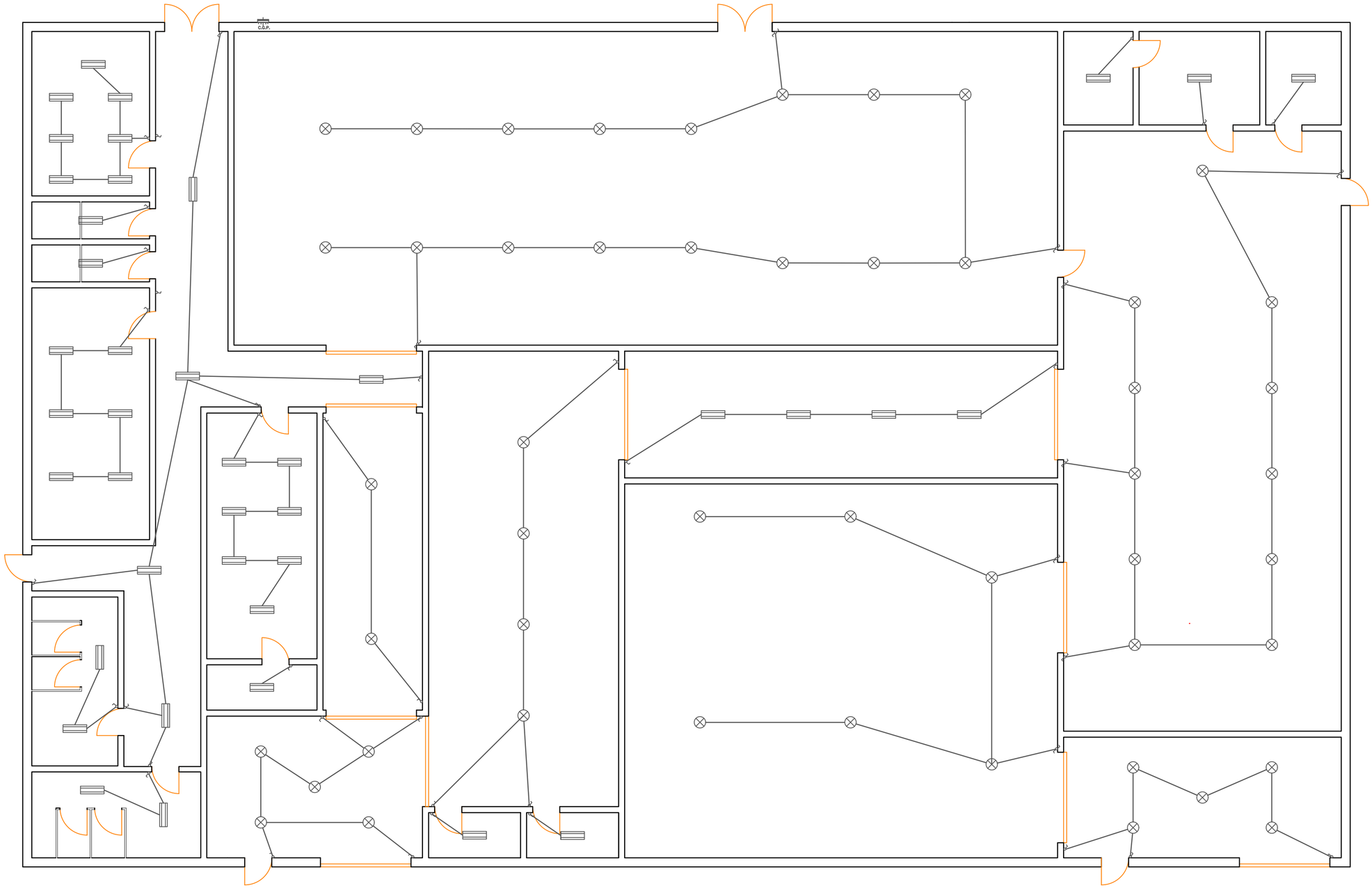
Leyenda	
Símbolo	Nombre
	Extintor tipo ABC
	Extintor CO_2
	Alarma acústica
	Alarma luminosa
	Vía de evacuación
	Pulsador de alarma
	Boca de incendio equipada 0,25 mm
	Luminaria de emergencia
	Señalización de emergencia

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 13
Proyección	Instalación contra incendios		Fecha: Septiembre 2020



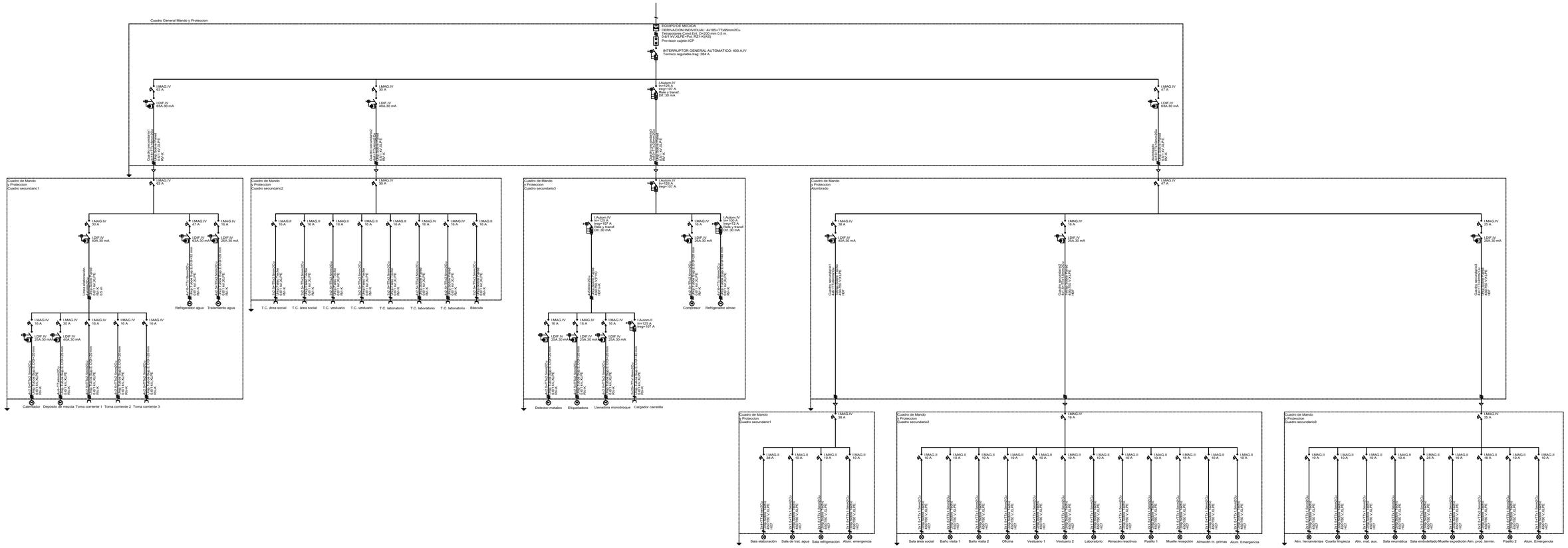
Leyenda	
Símbolo	Nombre
CGP	Cuadro general de protección
CS	Cuadro secundario
CT	Cuadro terciario
	Toma de corriente monofásica

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 14.01.
Proyección	Instalación eléctrica: fuerza		Fecha: Septiembre 2020

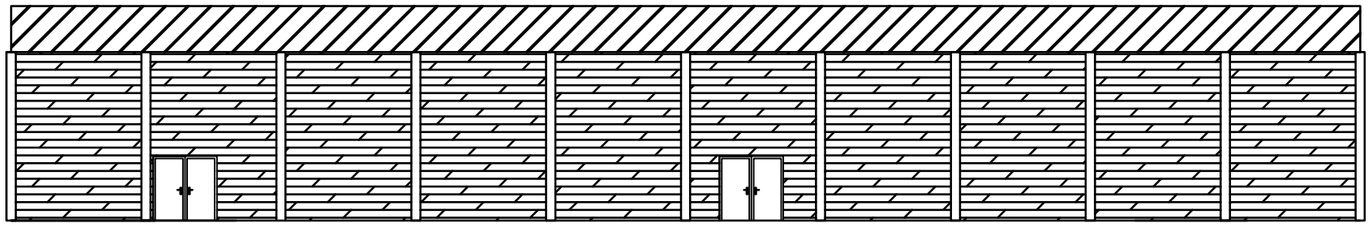


Leyenda	
Símbolo	Nombre
	Interruptor
	Conmutador
	Lámpara LED
	Lámpara fluorescente

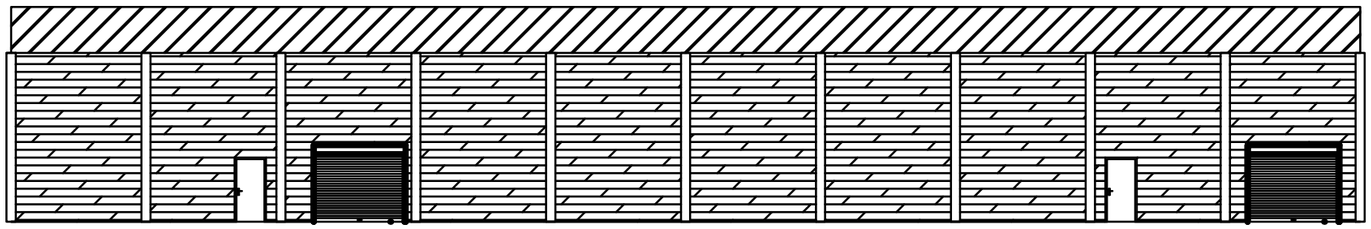
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 14.02.
Proyección	Instalación eléctrica: alumbrado		Fecha: Septiembre 2020



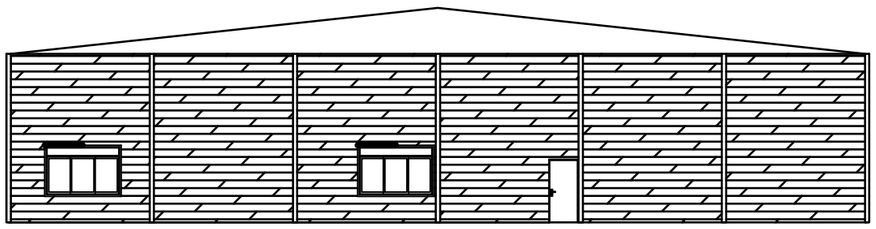
Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala S/E	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 14.03
Proyección	Esquema unifilar		Fecha: Septiembre 2020



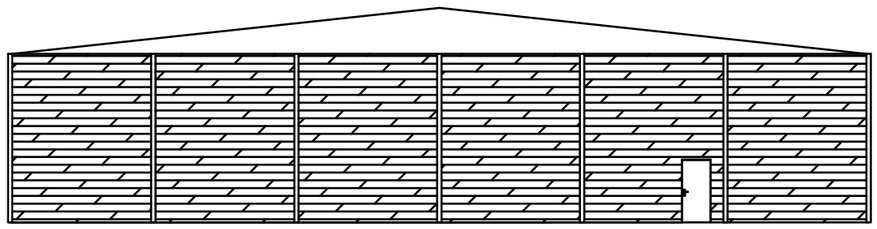
Alzado norte



Alzado sur

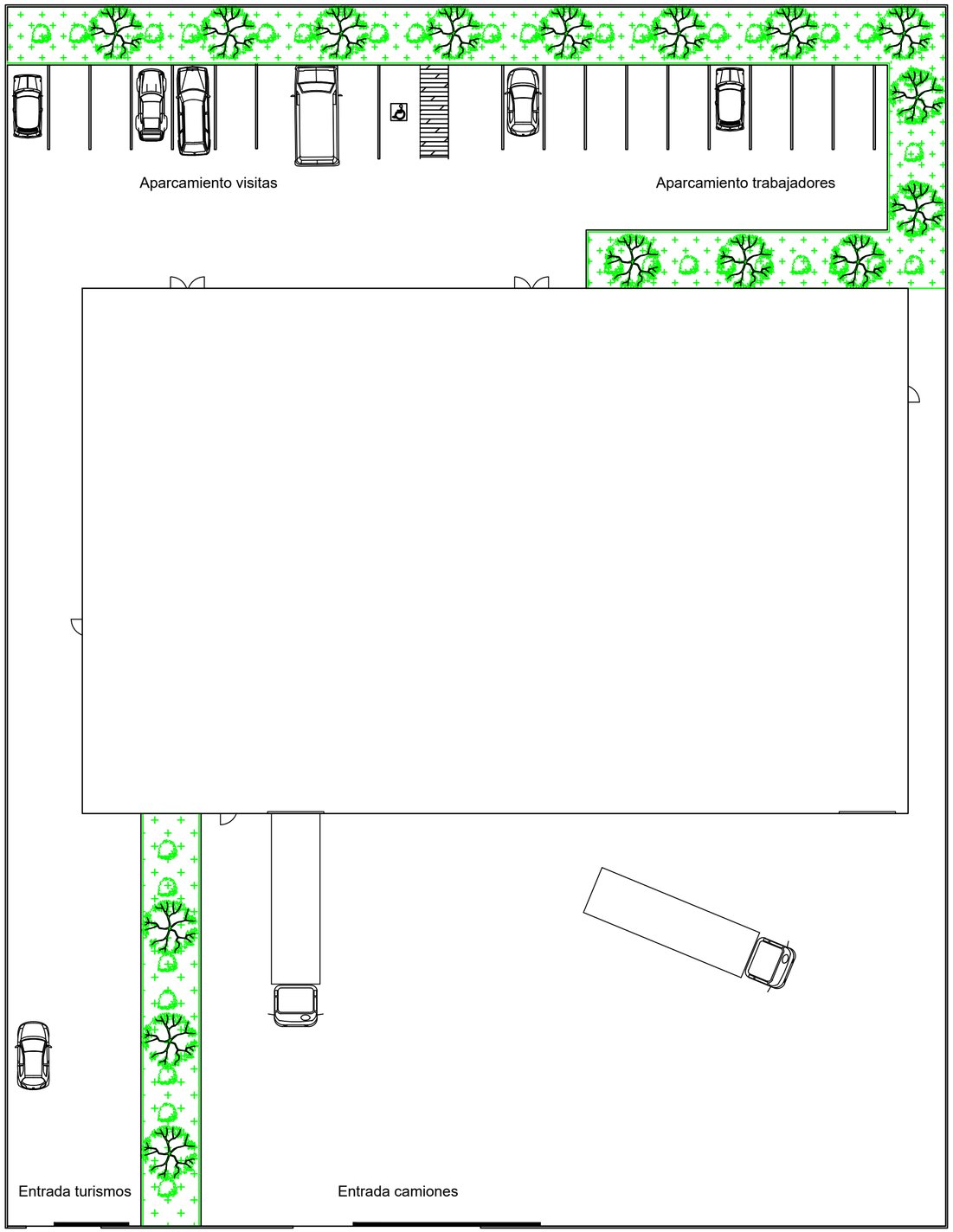


Alzado oeste



Alzado este

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA
Director	Alberto Tascón Vegas		Grado en Ingeniería Agrícola
Escala 1:200	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 15
Proyección	Alzados		Fecha: Septiembre 2020



CALLE VALSALADO

Alumno	Miguel Galán Rubio	Firma	FACULTAD DE CIENCIAS, ESTUDIOS AGROALIMENTARIOS E INFORMÁTICA Grado en Ingeniería Agrícola
Director	Alberto Tascón Vegas		
Escala 1:100	PLANTA DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL EN LA RIOJA		Número: 16
Proyección	Urbanización		Fecha: Septiembre 2020

ÍNDICE

1. TÍTULO I. PLIEGO DE CONDICIONES DE OBRA CIVIL

1.1. Capítulo 1: Disposiciones generales.

1.1.1. Artículo 1: Obras objeto del presente proyecto.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán sobre la base de los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Técnico Director de la Obra.

1.1.2. Artículo 2: Obras accesorias no específicas en el pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Técnico Director de la Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Técnico Agrícola tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

1.1.3. Artículo 3: Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

1.1.4. Artículo 4: Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.1.5. Artículo 5: Director de la obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Técnico, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto.

El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Técnico Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

1.1.6. Artículo 6: Disposiciones a tener en cuenta.

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de Abril, modificada por el Real Decreto Legislativo 931/1986 de 2 de Mayo.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de Noviembre y actualizado conforme al Real Decreto 2528/1.986 de 28 de Noviembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del MOP.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnologías de la Edificación (NTE).
- Resolución General de Instrucciones para la construcción del 31 de Octubre de 1.966.
- Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y normas MI-BT complementarias.
- Instrucción EH-93 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.

- Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio Central del MOP.

2. TÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍDOLE TÉCNICA

2.1. Capítulo 1: Condiciones técnicas.

2.1.1. Epígrafe I: Unidades de obra.

2.1.1.1. Artículo 7: Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Técnico Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Técnico Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

2.1.1.2. Artículo 8: Movimientos de tierras.

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes".
- NTE-ADE "Explanaciones".
- NTE-ADV "Vaciados".
- NTE-ADZ "Zanjas y pozos".

2.1.1.3. Artículo 9: Red horizontal de saneamiento.

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad.

Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la NTE "Saneamientos, Drenajes y Arenamientos", así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1.986, del MOPU.

2.1.1.4. Artículo 10: Cimentaciones.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Técnico Director señale, con independencia de lo señalado en el Proyecto, que tienen carácter meramente informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Técnico Director queda facultado para introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que juzgue oportuno en función de las características particulares que presente el terreno.

Se adoptan las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas:

- NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas".
- NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas".
- NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas".

2.1.1.5. Artículo 11: Forjados.

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados autoresistentes armados de acero o cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTEEHU y NTEEHR así como en el R.D. 1630/1980 de 18 de Julio y en la NTE-EAF.

2.1.1.6. Artículo 12: Hormigones.

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o

armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado y la instrucción EP- para las obras de hormigón pretensado. Asimismo, se adopta lo establecido en las normas NTE-EHE "Estructuras de hormigón", y NTE-EME "Estructuras de madera. Encofrados."

Las características mecánicas de los materiales y dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características EHE y especificaciones de los materiales).

2.1.1.7. Artículo 13: Acero laminado.

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión.

Asimismo, se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.
- NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados.
- NBE-MV-105: "Roblones de acero".
- NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".
- NTE-EA: "Estructuras de acero".

2.1.1.8. Artículo 14: Cubiertas y coberturas.

Se refiere el presente artículo a la cobertura de edificios con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc, en el que el propio elemento proporciona la estanqueidad.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son los especificados en las siguientes normas:

- NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento".
- NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados".
- NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras".
- NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra".
- NTE-QTS: "Cubiertas. Tejados sintéticos".
- NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas".
- NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de zinc".
- NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas".
- NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables".
- NTE-QAT: "Azoteas transitables".
- NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas".
- NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido".
- NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos. (Modificada por R.D. 2.085/86 de 12 de septiembre).

2.1.1.9. Artículo 15: Albañilería.

Se refiere el presente artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

- NTE-FFB: "Fachadas de bloques".
- NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo".
- NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque".
- NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo".
- NTE-EFP: "Estructuras de fábrica de piedra".
- NTE-RPA: "Revestimiento de paramentos, Alicatados".

- NTE-RPE: " Revestimiento de paramento. Enfoscado".
- NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos".
- NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura".
- NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos".
- NTE-RSC: " Revestimiento de suelos continuos".
- NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles".
- NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos".
- NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras".
- NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos".
- NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas".
- NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos".
- NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo".
- NTE-PTP: "Tabiques prefabricados".

2.1.1.10. Artículo 16: Carpintería y cerrajería.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas:

- NTE-PPA: "Puertas de acero".
- NTE-PPM: "Puertas de madera".
- NTE-PPV: "Puertas de vidrio".
- NTE-PMA: "Mamparas de madera".
- NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras".

2.1.1.11. Artículo 17: Aislamientos.

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación estará de acuerdo con lo prescrito en la norma NBE-CT/79 sobre condiciones térmicas de los edificios que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico, así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y en el anexo nº 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

2.1.1.12. Artículo 18: Red vertical de saneamiento.

Se refiere el presente artículo a la red de evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos donde se recogen, hasta la acometida de la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración, así como a estos medios de evacuación.

Las condiciones de ejecución, condiciones funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento son las establecidas en las normas:

- NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento".
- NTE-ISD: "Depuración y vertido".
- NTE-ISA: "Alcantarillado".

2.1.1.13. Artículo 19: Instalación eléctrica.

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MI BT complementarias.

Asimismo, se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

- NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión".
- NTE-IEE: "Alumbrado exterior".
- NTE-IEI: "Alumbrado interior".
- NTE-IEP: "Puesta a tierra".
- NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

2.1.1.14. Artículo 20: Instalación de fontanería.

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

- NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería".
- NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".
- NTE-IFF: "Instalaciones de fontanería. Agua fría".

2.1.1.15. Artículo 21: Instalación de climatización.

Se refiere el presente artículo a las instalaciones de refrigeración. Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, ejecución, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las normas:

- Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.
- Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.

2.1.1.16. Artículo 22: Instalación de protección.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego.

Se cumplirá lo prescrito en la norma NBE-CPI-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma NTE-IPF "Protección contra el fuego".

2.1.1.17. Artículo 23: Obras o instalaciones no específicas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quién, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

3. TÍTULO III. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍDOLE FACULTATIVA

3.1. Epígrafe I: Obligaciones y derechos del contratista.

3.1.1. Artículo 24: Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

3.1.2. Artículo 25: Residencia del contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras, y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

3.1.3. Artículo 26: Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

3.1.4. Artículo 27: Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Técnico Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Técnico Director lo reclame.

3.1.5. Artículo 28: Copia de los documentos.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Técnico Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

3.2. Epígrafe II: Trabajos, materiales y medios auxiliares.

3.2.1. Artículo 29: Libro de órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Técnico Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

3.2.2. Artículo 30: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Técnico Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación; previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Técnico Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año. El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

3.2.3. Artículo 31: Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" del Pliego de General de Condiciones Varias de la Edificación y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Técnico Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

3.2.4. Artículo 32: Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Técnico Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá dé acuerdo con lo establecido en el artículo 34.

3.2.5. Artículo 33: Obras y vicios ocultos.

Si el Ingeniero Técnico Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario correrán a cargo del propietario.

3.2.6. Artículo 34: Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Técnico Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos

comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados será a cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Técnico Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

3.2.7. Artículo 35: Medios auxiliares.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marta y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

3.3. Epígrafe III: Recepción y liquidación.

3.3.1. Artículo 36: Recepciones provisionales.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Técnico Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Técnico Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo

reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

3.3.2. Artículo 37: Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

3.3.3. Artículo 38: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda al orden, limpieza y a todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su orden y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

3.3.4. Artículo 39: Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica, en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero

Técnico Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

3.3.5. Artículo 40: Liquidación final.

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Técnico Director.

3.3.6. Artículo 41: Liquidación en casos de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatario, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

3.4. Epígrafe IV: Facultades de la dirección de obra.

3.4.1. Artículo 42: Facultades de la dirección de obra.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

4. TÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍDOLE ECONÓMICA

4.1. Epígrafe I: Base fundamental.

4.1.1. Artículo 43: Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

4.2. Epígrafe II: Garantías de cumplimiento y fianzas.

4.2.1. Artículo 44: Garantías.

El Ingeniero Técnico Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de sí éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

4.2.2. Artículo 45: Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

4.2.3. Artículo 46: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer pos su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

4.2.4. Artículo 47: Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra

él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.3. Epígrafe III: Precios y revisiones.

4.3.1. Artículo 48: Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse. Si ambas son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión de resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a cumplir a satisfacción de éste.

4.3.2. Artículo 49: Reclamaciones de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Técnico Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta

baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

4.3.3. Artículo 50: Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Técnico Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc. a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Técnico Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

4.3.4. Artículo 51: Elementos comprendidos en el presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier

concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonarán al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos. En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

4.4. Epígrafe IV: Valoración y abono de los trabajos.

4.4.1. Artículo 52: Valoración de la obra.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

4.4.2. Artículo 53: Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmado por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

4.4.3. Artículo 54: Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

4.4.4. Artículo 55: Valoraciones de obras incompletas.

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

4.4.5. Artículo 56: Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar, que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

4.4.6. Artículo 57: Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

4.4.7. Artículo 58: Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

4.4.8. Artículo 59: Indemnización por retraso de los trabajadores.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

4.4.9. Artículo 60: Indemnización por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, avería o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.

2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos. Las indemnizaciones se referirán exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. propiedad de la Contrata.

5.1. Epígrafe V: Varios.

5.1.1. Artículo 61: Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las Contratadas.

5.1.2. Artículo 62: Seguro de los trabajos.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los trabajos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que es se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho

importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía.

Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Las obras de reforma o reparación se fijarán, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

6. TÍTULO V. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍDOLE LEGAL

6.1. Artículo 63: Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio amigable componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Técnico Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento contractual del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la guarda del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Técnico Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

6.2. Artículo 64: Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.
El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien

corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

6.3. Artículo 65: Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobrevallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Técnico Director considere justo hacerlo.

6.4. Artículo 66: Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

    a. La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Ingeniero Técnico Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos, del 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

    b. La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.

3. La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no sé de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

4. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

5. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

6. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

7. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

8. El abandono de la obra sin causa justificada.

9. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Logroño, Septiembre de 2020
El alumno de Grado Ingeniería Agrícola

Fdo: Miguel Galán Rubio

Presupuesto

UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**					
D02AA501	**DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**		**M2**			
A03CA005	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	0,010	Hr	54,90	0,55	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,006	%	3,00	0,02	
				TOTAL PARTIDA		**0,57**
D02HF201	**EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO**		**M3**			
U01AA011	Peón suelto	0,240	Hr	14,41	3,46	
A03CF005	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	0,112	Hr	62,56	7,01	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,105	%	3,00	0,32	
				TOTAL PARTIDA		**10,79**
D02VF101	**TRANSPORTE TIERRAS 10 A 20 KM**		**M3**			
A03FB010	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	0,120	Hr	69,16	8,30	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,083	%	3,00	0,25	
				TOTAL PARTIDA		**8,55**

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02	**CIMENTACIÓN**					
ED04EF061	**HOR. LIMP. HA-25/P/40/ IIa CENT. V. MAN.**		**M3**			
U01AA011	Peón suelto	1,600	Hr	14,41	23,06	
A02FA513	HORM. HM-20/P/40/ IIa CENTRAL	1,000	M3	96,60	96,60	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,197	%	3,00	3,59	
				TOTAL PARTIDA		**123,25**
ED04PA121	**HORMIGÓN HA-25/P/40 SOLERA CEN.**		**M3**			
U01AA007	Oficial primera	1,500	Hr	16,17	24,26	
U01AA011	Peón suelto	1,500	Hr	14,41	21,62	
A02FA513	HORM. HM-20/P/40/ IIa CENTRAL	1,000	M3	96,60	96,60	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,425	%	3,00	4,28	
				TOTAL PARTIDA		**146,76**
D04AA250	**ACERO CORRUGADO S-275JR**		**Kg**			
U01FA201	Oficial 1ª ferralla	0,008	Hr	18,00	0,14	
U01FA204	Ayudante ferralla	0,008	Hr	16,50	0,13	
U06AA001	Alambre atar 1,3 mm.	0,005	Kg	1,13	0,01	
U06GJ001	Acero corrugado B 500-S prefor.	1,050	Kg	0,96	1,01	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,013	%	3,00	0,04	
				TOTAL PARTIDA		**1,33**
D04AA201	**ACERO CORRUGADO B 500-S**		**Kg**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**1,35**
D04AA001	**ACERO CORRUGADO B 400-S**		**Kg**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**1,26**

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
03	**ESTRUCUTRA METÁLICA**					
D05AA003	**ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.**		**Kg**			
U01FG405	Montaje estructura metal.	0,034	Hr	17,20	0,58	
U06JA001	Acero laminado S275J0	1,000	Kg	1,02	1,02	
U36IA010	Minio electrolítico	0,010	Lt	9,70	0,10	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,017	%	3,00	0,05	
				TOTAL PARTIDA.....		**1,75**

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
04	**CUBIERTA**					
ED01AA001	**PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE**		**m2**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**25,31**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05	**SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES**					
ED01AA001	**PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE**		**m2**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA	.....	**25,31**
D10AA110	**TABICÓN ALIGERADO H/DOBLE**		**M2**			
U01FL002	M.o.coloc.tabicón palomero	0,987	M2	9,00	8,88	
U01AA011	Peón suelto	0,210	Hr	14,41	3,03	
U10DG003	Ladrillo hueco doble 25x12x9	28,000	Ud	0,11	3,08	
A01JF006	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	0,010	M3	81,37	0,81	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,158	%	3,00	0,47	
				TOTAL PARTIDA	.....	**16,27**
D19WA016	**PAV. EPOXY ANTIDES.-MULT. POLYKIT**		**M2**			
U01AA501	Cuadrilla A	0,110	Hr	38,23	4,21	
U18WA016	Capa base epo. MASTERTOP 1200 Polykit A4	1,600	Kg	11,39	18,22	
U18WA116	Árido de cuarzo MASTERTOP F5	3,000	Kg	0,65	1,95	
U18WA114	Sell. colore. MASTERTOP 1200 Polykit	0,600	Kg	11,39	6,83	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,312	%	3,00	0,94	
				TOTAL PARTIDA	.....	**32,15**
D19DD001	**SOLADO DE GRES (10 Eu/M2) INT. C 1/2**		**M2**			
U01FS010	Mano obra solado gres	1,000	M2	9,80	9,80	
U01AA011	Peón suelto	0,200	Hr	14,41	2,88	
U18AD006	Baldosa gres (10 euros/m2)	1,050	M2	10,25	10,76	
U18AJ605	Rodapié gres 7 cm.	1,150	Ml	3,64	4,19	
A01JF006	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	0,030	M3	81,37	2,44	
U04AA001	Arena de río (0-5mm)	0,020	M3	24,50	0,49	
U04CF005	Cemento blanco BL-II 42,5 R Granel	0,001	Tm	232,60	0,23	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,308	%	3,00	0,92	
				TOTAL PARTIDA	.....	**31,71**
D14AA001	**FALSO TECHO DE FIBRA DE VIDRIO MEZCLADA CON YESO PRENSADA TIPO ARMSTRONG EN FORMA DE LOSA**		**M2**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA	.....	**7,34**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
06	**INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**					
D25NA115	**TUBERÍA EVAC. PVC M1 50 mm. URALITA**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,200	Hr	15,50	3,10	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,100	Hr	13,70	1,37	
U25AA115	Tub. evac. PVC M1 diám. 50 mm. Uralita	1,000	Ml	1,98	1,98	
U25DA003	Codo 87º m-h PVC evac. 50 mm.	1,000	Ud	1,73	1,73	
U25DD003	Manguito unión h-h PVC 50 mm.	0,400	Ud	1,55	0,62	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,010	Kg	17,60	0,18	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,090	%	3,00	0,27	
				TOTAL PARTIDA		**9,25**
ED25NA110	**TUBERÍA EVAC. PVC M1 63 mm. URALITA**		**m**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**8,36**
D25NA120	**TUBERÍA EVAC. PVC M1 75 mm. URALITA**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,075	Hr	13,70	1,03	
U25AA120	Tub. evac. PVC M1 diám. 75 mm. Uralita	1,000	Ml	3,03	3,03	
U25DA004	Codo 87º m-h PVC evac. 75 mm.	0,300	Ud	2,28	0,68	
U25DD004	Manguito unión h-h PVC 75 mm.	0,200	Ud	3,02	0,60	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,010	Kg	17,60	0,18	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,079	%	3,00	0,24	
				TOTAL PARTIDA		**8,09**
D25NA130	**TUBERÍA EVAC. PVC M1 110 mm. URALITA**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,075	Hr	13,70	1,03	
U25AA130	Tub. evac. PVC M1 diám. 110 mm. Uralita	1,000	Ml	4,85	4,85	
U25DA006	Codo 87º m-h PVC evac. 110 mm.	0,250	Ud	3,19	0,80	
U25DD006	Manguito unión h-h PVC 110 mm.	0,150	Ud	4,87	0,73	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,020	Kg	17,60	0,35	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,101	%	3,00	0,30	
				TOTAL PARTIDA		**10,39**
D25ND010	**SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U25XC111	Valv.c/sifon lavabo/bide	1,000	Ud	3,43	3,43	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,008	Kg	17,60	0,14	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,059	%	3,00	0,18	
				TOTAL PARTIDA		**6,08**
D25ND210	**BOTE SIFÓNICO PVC 110 mm.**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,350	Hr	15,50	5,43	
U25XF025	Bote sifónico PVC 110-40/50	1,000	Ud	9,35	9,35	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,020	Kg	17,60	0,35	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,151	%	3,00	0,45	
				TOTAL PARTIDA		**15,58**
D25NP210	**CANALÓN ALUM. LACADO 30 CM. DES.**		**m**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**17,30**
D25NL500	**BAJANTE PLUV. ALUM. LAC. 120 mm.**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,200	Hr	15,50	3,10	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,100	Hr	13,70	1,37	
U25LD101	Bajante aluminio prelacado	1,000	Ml	10,85	10,85	
U25LD151	Codo de aluminio prelacado	0,200	Ud	10,52	2,10	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,174	%	3,00	0,52	
				TOTAL PARTIDA		**17,94**
D03DA015	**ARQUE./PIE BAJ. REG. 51x51x80 cm.**		**u**			
U01AA007	Oficial primera	2,000	Hr	16,17	32,34	
U01AA010	Peón especializado	1,000	Hr	14,56	14,56	
A02AA510	HORMIGÓN H-200/40 elab. obra	0,100	M3	118,16	11,82	
A01JF002	MORTERO CEMENTO 1/2	0,025	M3	113,86	2,85	
U10DA001	Ladrillo cerámico 24x12x7	100,000	Ud	0,11	11,00	
U05DA060	Tapa H-A y cerco met 60x60x6	1,000	Ud	11,25	11,25	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,838	%	3,00	2,51	
				TOTAL PARTIDA		**86,33**
ED03DA015	**ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x60x80 cm.**		**u**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**92,63**
ED03DA016	**ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x70x80 cm.**		**u**			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
				Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA		**93,47**
D03DA202	**ARQUETA SIFÓNICA 51x51x80 cm.**		**Ud**			
U01AA007	Oficial primera	1,700	Hr	16,17	27,49	
U01AA010	Peón especializado	1,700	Hr	14,56	24,75	
A02AA510	HORMIGÓN H-200/40 elab. obra	0,150	M3	118,16	17,72	
A01JF002	MORTERO CEMENTO 1/2	0,025	M3	113,86	2,85	
U05AG011	Codo PVC 87,5° D=110	1,000	Ud	4,13	4,13	
U06GD010	Acero corrugado elaborado y colocado	1,700	Kg	1,01	1,72	
U10DA001	Ladrillo cerámico 24x12x7	100,000	Ud	0,11	11,00	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,897	%	3,00	2,69	
				TOTAL PARTIDA		**92,35**
ED03DA202	**ARQUETA SIFÓNICA 40x40x80 cm.**		**Ud**			
				Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA		**85,32**
ED25NA660	**TUBERÍA EVAC. PVC 150 mm. SERIE B**		**m**			
				Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA		**8,47**
D25NA660	**TUBERÍA EVAC. PVC 160 mm. SERIE B**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,100	Hr	15,50	1,55	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,050	Hr	13,70	0,69	
U25AA008	Tub. PVC evac. 160 mm. UNE EN 1329	1,000	Ml	4,20	4,20	
U25DA008	Codo 87º m-h PVC evac. 160 mm.	0,100	Ud	10,18	1,02	
U25DD008	Manguito unión h-h PVC 160 mm.	0,100	Ud	9,53	0,95	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,050	Kg	17,60	0,88	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,093	%	3,00	0,28	
				TOTAL PARTIDA		**9,57**
D25NA700	**TUBERÍA EVAC. PVC 200 mm. SERIE B**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,100	Hr	15,50	1,55	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,050	Hr	13,70	0,69	
U25AA009	Tub. PVC evac. 200 mm. UNE EN 1329	1,000	Ml	6,31	6,31	
U25DA009	Codo 87º m-h PVC evac. 200 mm.	0,100	Ud	27,11	2,71	
U25DD009	Manguito unión h-h PVC 200 mm.	0,100	Ud	18,34	1,83	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,050	Kg	17,60	0,88	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,140	%	3,00	0,42	
				TOTAL PARTIDA		**14,39**
ED25NA700	**TUBERÍA EVAC. PVC 315 mm. SERIE B**		**m**			
				Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA		**14,94**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
07	**INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**					
D26DD001	**PLATO DUCHA 60x60 BLANCO**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	1,000	Hr	15,50	15,50	
U27DD001	Plato ducha porc. 0,60 Ontar.	1,000	Ud	66,70	66,70	
U26GA311	Mezclador ducha Victoria Plus	1,000	Ud	47,10	47,10	
U26XA031	Excéntrica 1/2" M-M	2,000	Ud	1,48	2,96	
U25XC505	Válvula desagüe ducha diam.90	1,000	Ud	31,65	31,65	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,639	%	3,00	4,92	
	TOTAL PARTIDA					**168,83**
ED01AA003	**LAVABO EN CERÁMICA**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**150,00**
ED01AA004	**INODORO ROCA VICTORIA**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**169,40**
D25TX000	**INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 1/2"**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U26GX001	Grifo latón rosca 1/2"	1,000	Ud	5,92	5,92	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,083	%	3,00	0,25	
	TOTAL PARTIDA					**8,50**
ED01AA005	**MÓDULO DE LAVABO DE POLIPROPILENO**	**2**				
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**235,60**
D25ND020	**SIFÓN INDIVIDUAL PARA FREGADERO**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U25XC002	Valv.recta freg.acero 2 senos	1,000	Ud	7,14	7,14	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,015	Kg	17,60	0,26	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,097	%	3,00	0,29	
	TOTAL PARTIDA					**10,02**
ED01AA06	**CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS MURAL CON UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S). TEMPERATURA DE IMPULSIÓN 40**		**Ud**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**732,50**
ED01AA07	**ML. TUBERÍA DE 20 MM ACERO GALVANIZADO**		**m**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**0,42**
ED01AA08	**ML. TUBERÍA DE 16 MM POLIETILENO RETICULADO**		**m**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**0,40**
D25NA509	**ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO**		**m**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**2,97**
ED01AA010	**ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA DE CIRCULACIÓN DE HIERRO FUNDIDO Y 3 VELOCIDADES CON UNA POTENCIA DE 0,071 KW, CAUDAL DE 0,07 L/S Y PRES**		**Ud**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**137,20**
ED01AA011	**COQUILLA DE ESPUMA ELASTOMÉRICA ARMAFLEX CON UNA GAMA DE TEMPERATURAS DE TRABAJO ÓPTIMA ENTRE -40 Y 105 °C. , AUTOEXTINGUIBLES,**		**m2**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**15,45**
ED01AA009	**ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO COLECTOR**		**m**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**2,97**
D03AG115	**ML. TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO (PE-XA) SANITARIO SERIE 5, DE 25 MM. DE DIÁMETRO Y 3.2 MM. DE ESPESOR, UNIÓN POR ADHESIVO,**		**m**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**0,47**
D25ND010	**SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,150	Hr	15,50	2,33	
U25XC111	Valv.c/sifon lavabo/bide	1,000	Ud	3,43	3,43	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,008	Kg	17,60	0,14	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,059	%	3,00	0,18	
	TOTAL PARTIDA					**6,08**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
09	**INSTALACIÓN FRIGORÍFICA**					
D03AG0	**TUBERÍA DE ACERO INOX. AISI 304**		**m**			
			Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA				**3,22**
D16AR136	**CUBRETUBERÍAS ISOVER 1" 30 mm. AL.**		**Ml**			
U01AA009	Ayudante	0,070	Hr	14,85	1,04	
U15AM111	CUBRETUBERIAS ISOVER 1" 30 mm.	1,050	Ml	6,01	6,31	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,074	%	3,00	0,22	
		TOTAL PARTIDA				**7,57**
ED01AA013	**EQUIPO DE FRÍO ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO**		**Ud**			
			Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA				**589,70**
ED01AA015	**AISLAM. TÉRMICO PAREDES ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO**		**m2**			
			Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA				**14,70**
ED01AA016	**AISLAM. TÉRMICO SUELO ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO**		**m2**			
			Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA				**13,50**
ED01AA014	**EQUIPO REFRIGERADOR DE AGUA**		**Ud**			
			Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA				**896,30**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
10	**INSTALACIÓN NEUMÁTICA**					
ED01AA017	**COMPRESOR SITASA AIRSIL 3 NB7**		**Ud**			
			Sin descomposición			
					TOTAL PARTIDA.....	**2.752,00**
ED01AA018	**DEPÓSITO ACUMULADOR DE AIRE 500 L**		**Ud**			
			Sin descomposición			
					TOTAL PARTIDA.....	**3.723,00**
D25DA000	**TUBERÍA DE ACERO GALV. DN20**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,100	Hr	15,50	1,55	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,100	Hr	13,70	1,37	
U24HA002	Tubo acero galvan. 1/2" DN 15	1,000	Ml	11,96	11,96	
U24HD004	Codo acero galv. 90º 1/2"	1,400	Ud	1,08	1,51	
U24HD104	Manguito acero galv. 1/2"	0,040	Ud	0,99	0,04	
U24HD204	Té acero galvanizado 1/2"	0,800	Ud	1,45	1,16	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,176	%	3,00	0,53	
					TOTAL PARTIDA.....	**18,12**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
11	**INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA**					
ED011AA020	**EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA IMAWATER IMA-ECO**		**Ud**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**2.869,00**
ED011AA022	**TUBERÍA PVC 280 mm. SERIE B**		**m**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**14,32**
ED011AA021	**TUBERÍA PVC 180 mm. SERIE B**		**m**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	0,200	Hr	15,50	3,10	
U01FY110	Ayudante fontanero	0,100	Hr	13,70	1,37	
U25AA014	Tub. PVC evac. 25 mm. UNE EN 1329	1,000	Ml	0,76	0,76	
U25DA014	Codo 87º m-h PVC evac. 25 mm.	1,000	Ud	0,82	0,82	
U25DD014	Manguito unión h-h PVC 25 mm.	0,400	Ud	0,80	0,32	
U25XP001	Adhesivo para PVC Tangit	0,010	Kg	17,60	0,18	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,066	%	3,00	0,20	
				TOTAL PARTIDA		**6,75**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
12	**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**					
ED01AA021	**LÁMPARA LED PARA LAS SALAS DE PRODUCCIÓN**		**Ud**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**85,33**
EDO01AA022	**LÁMPARA FLUORESCENTE PARA LAS ZONAS DE NO PRODUCCIÓN Y PASILLOS**		**Ud**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**8,99**
D27KD001	**PUNTO DOBLE INTERRUP. JUNG-AS 500**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	0,650	Hr	16,50	10,73	
U30JW120	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	15,000	Ml	0,56	8,40	
U30JW900	p.p. cajas, regletas y peq. material	1,000	Ud	0,38	0,38	
U30JW001	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	36,000	Ml	0,30	10,80	
U30NV382	Portalámparas para obra	2,000	Ud	0,72	1,44	
U30KD001	Doble interruptor JUNG-505 U	1,000	Ud	6,34	6,34	
U30KA018	Tecla sencilla marfil JUNG-AS 591-5	1,000	Ud	3,73	3,73	
U30KA062	Marco simple JUNG-AS 581	1,000	Ud	1,11	1,11	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,429	%	3,00	1,29	
				TOTAL PARTIDA		**44,22**
D27AC001	**GASTOS TRAMITAC.-CONTRATAC./KW**		**Ud**			
U30AC010	Tramita.-contrata.electri/Kw	1,000	Ud	51,00	51,00	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,510	%	3,00	1,53	
				TOTAL PARTIDA		**52,53**
D27OA212	**BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA TRIFÁSICO**		**Ud**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**32,30**
D27OA211	**BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	0,350	Hr	16,50	5,78	
U30JW120	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	6,000	Ml	0,56	3,36	
U30JW900	p.p. cajas, regletas y peq. material	1,000	Ud	0,38	0,38	
U30JW001	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	24,000	Ml	0,30	7,20	
U30OA211	Base ench.desplaz. Leg.Galea	1,000	Ud	6,35	6,35	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,231	%	3,00	0,69	
				TOTAL PARTIDA		**23,76**
D27MA246	**TOMA TELÉFONO SIMÓN-31**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	0,150	Hr	16,50	2,48	
U30JW120	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	6,000	Ml	0,56	3,36	
U30JW900	p.p. cajas, regletas y peq. material	1,000	Ud	0,38	0,38	
U30MA281	Toma teléfono 6 conexiones SIMON 31	1,000	Ud	11,91	11,91	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,181	%	3,00	0,54	
				TOTAL PARTIDA		**18,67**
D27IH042	**CUADRO GENERAL NAVE**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	24,000	Hr	16,50	396,00	
U30IM001	Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.	1,000	Ud	124,30	124,30	
U30IA047	PIA III+N 40A,S253NC40 ABB	1,000	Ud	109,62	109,62	
U30IA025	Diferencial 63A/4p/30mA	1,000	Ud	479,46	479,46	
U30IA015	Diferencial 40A/2p/30mA	3,000	Ud	45,16	135,48	
U30IA035	PIA 5-10-15-20-25 A (I+N)	35,000	Ud	16,91	591,85	
U30IM101	Contactor 40A/2 polos/220V	1,000	Ud	52,92	52,92	
U30IG501	Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd.	1,000	Ud	64,20	64,20	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	19,538	%	3,00	58,61	
				TOTAL PARTIDA		**2.012,44**
D27IH043	**CUADRO SECUNDARIO NAVE**		**Ud**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**832,00**
D27NE201	**BASE P/INFORMÁTICA JUNG-AS 500**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	0,300	Hr	16,50	4,95	
U30JW120	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	8,000	Ml	0,56	4,48	
U30JW900	p.p. cajas, regletas y peq. material	1,000	Ud	0,38	0,38	
U30NE230	Base p/informática JUNG AS 500	1,000	Ud	11,68	11,68	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,215	%	3,00	0,65	
				TOTAL PARTIDA		**22,14**
D27KG310	**P. LUZ SEN. PULSADOR BJC-CORAL**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	0,400	Hr	16,50	6,60	
U30JW120	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	8,000	Ml	0,56	4,48	
U30JW900	p.p. cajas, regletas y peq. material	1,000	Ud	0,38	0,38	
U30JW001	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	18,000	Ml	0,30	5,40	
U30NV382	Portalámparas para obra	1,000	Ud	0,72	0,72	
U30KG310	Pulsador luz BJC-CORAL	1,000	Ud	4,49	4,49	

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,221	%	3,00	0,66	
				TOTAL PARTIDA.....		**22,73**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
13	**INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**					
D34AA006	**EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B**		**Ud**			
U01AA011	Peón suelto	0,100	Hr	14,41	1,44	
U35AA006	Extintor polvo ABC 6 Kg.	1,000	Ud	43,27	43,27	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,447	%	3,00	1,34	
				TOTAL PARTIDA		**46,05**
D34AA315	**EXT. N. CARB. 10 Kg. CARRO EF 55B**		**Ud**			
U01AA011	Peón suelto	0,100	Hr	14,41	1,44	
U35AA315	Ext.nieve carbóni.10Kg.carro	1,000	Ud	224,78	224,78	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	2,262	%	3,00	6,79	
				TOTAL PARTIDA		**233,01**
D34FG005	**PULSADOR DE ALARMA REARMABLE**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	2,300	Hr	16,50	37,95	
U01FY635	Ayudante electricista	2,300	Hr	13,90	31,97	
U35FG005	Pulsador alarma rearmable	1,000	Ud	15,98	15,98	
U30JW001	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	32,000	Ml	0,30	9,60	
U30JW125	Tubo PVC rígido M 20/gp5	15,000	Ml	1,33	19,95	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,155	%	3,00	3,47	
				TOTAL PARTIDA		**118,92**
D34MA010	**SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN**		**Ud**			
U01AA009	Ayudante	0,150	Hr	14,85	2,23	
U35MC005	Pla.salida emer.297x148	1,000	Ud	8,20	8,20	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,104	%	3,00	0,31	
				TOTAL PARTIDA		**10,74**
D34AI020	**BOCA INCEN. EQUIPADA 25 mm./20m.**		**Ud**			
U01FY105	Oficial 1ª fontanero	2,800	Hr	15,50	43,40	
U01FY110	Ayudante fontanero	2,800	Hr	13,70	38,36	
U35AI020	Armar.completo-mang.semir 20 m	1,000	Ud	367,51	367,51	
U23AA010	Vidrio incoloro PLANILUX 5 mm.	0,320	M2	14,27	4,57	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	4,538	%	3,00	13,61	
				TOTAL PARTIDA		**467,45**
D34MA005	**SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS**		**Ud**			
U01AA009	Ayudante	0,150	Hr	14,85	2,23	
U35MA005	Placa señaliz.plástic.297x210	1,000	Ud	10,04	10,04	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,123	%	3,00	0,37	
				TOTAL PARTIDA		**12,64**
D34FG205	**SIRENA ELECTRÓNICA BITONAL 24 V.**		**Ud**			
U01FY630	Oficial primera electricista	3,000	Hr	16,50	49,50	
U01FY635	Ayudante electricista	3,000	Hr	13,90	41,70	
U35FG205	Sirena electrón.bitonal 24v	1,000	Ud	54,36	54,36	
U30JW001	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	42,000	Ml	0,30	12,60	
U30JW125	Tubo PVC rígido M 20/gp5	20,000	Ml	1,33	26,60	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,848	%	3,00	5,54	
				TOTAL PARTIDA		**190,30**
D28AO015	**EMERGEN. DAISALUX NOVA N3 150 LÚM.**		**Ud**			
U01AA007	Oficial primera	0,250	Hr	16,17	4,04	
U31AO015	Bloq.aut.emer. DAISALUX NOVA N3	1,000	Ud	52,87	52,87	
U31AO050	Cjto. etiquetas y peq. material	1,000	Ud	3,18	3,18	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,601	%	3,00	1,80	
				TOTAL PARTIDA		**61,89**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
14	**MAQUINARIA**					
M20AA01	BÁSCULA INDUSTRIAL RX ACCUREX		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					99,00
M20AA02	BOMBA DE RODETES FLEXIBLE INOXPA RF-10/40		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					73,20
M20AA03	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DESMONTABLES SUICALSA IP2600		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					508,10
M20AA04	LÍNEA DE LLENADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BFA-MB1200		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					1.234,00
M20AA05	EQUIPO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BLA-MB1500		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					658,30
M20AA06	CARRETILLA ELÉCTRICA ELEVADORA TOYOTA TRAIGO 48V 3 RUEDAS 1.5 TONELADAS		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					1.874,80
M20AA07	BOMBA NEUMÁTICA DE DOBLE DIAFRAGMA GRACO HUSKY 205		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					170,20
M20AA08	PHMETRO Y CONDUCTIMETRO CRISON BASIC 20		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					537,24
M20AA09	BAÑO TERMOSTATICO DIVERS/DUTSCHER 940891		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					605,00
M20AA10	AGITADOR MAGNÉTICO CON AUTO-REVERSE HANNA INSTRUMENTS 302N		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					90,70
M20AA11	DENSÍMETRO 980-1130 ALLA FRANCE		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					20,47
M20AA12	REFRACTÓMETRO DE MESA CIVEQ ZWAJ		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					883,00
M20AA13	ESPECTROFOTÓMETRO VISIBLE SERIE 4200 MODELO 4211/20		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					2.297,50
M20AA14	ESTUFA DE DESECACIÓN QUERCUS LAB 50631031		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					841,50
M20AA15	BALANZA DE PRECISIÓN WTC 200		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					361,79
M20AA16	CARRO ELEVADOR Y VOLTEADOR DE BIDONES HALÉCO 047.588.71.		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					327,20
M20AA17	CALENTADOR DE BIDONES METÁLICOS 200L DENIOS 171803W		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					972,80
M20AA18	FILTRO DE PLACAS 20X20 MODELO FILTER AGROVIN		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					707,20
M20AA19	TURBIDÍMETRO PCE-TUM 20		u			
			Sin descomposición			
	TOTAL PARTIDA					449,90
M20AA20	DEPÓSITO DE MEZCLA ASÉPTICO CALEFACTABLE HORIZONTAL		u			

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**3.129,90**
M20AA21	**TRASPALETA MANUAL RAJA TPL2T**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**274,20**
M20AA22	**ELEVADOR DE BIDONES CON ELEVACIÓN BARRA TIMÓN**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**637,97**
M20AA23	**DEPÓSITO DE FERMENTACIÓN DE ACERO INOXIDABLE INVIA DESP3000PRI**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**4.114,00**
M20AA24	**DEPÓSITO NODRIZA MAGUSA MODELO FISP SIN CAMISA**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**2.130,00**
M20AA25	**DEPÓSITO SIEMPRELLENO MAGUSA FCG CON PUERTA**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**1.372,60**
M20AA26	**DETECTOR DE METALES IBBERCASSEL METAL SHARK**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**3.200,00**
M20AA27	**CONTENEDOR IBC CON PALET DE PLÁSTICO 1000 l**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**274,50**
M20AA28	**DESTILADOR AUTOMÁTICO GARCÍA-TENA GAB TENAMATIC**		**u**			
				Sin descomposición		
					TOTAL PARTIDA	**324,70**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
15	**MOBILIARIO**					
M21AA01	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X300 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**32,35**
M21AA02	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X800 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**47,35**
M21AA03	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1200X400 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**47,15**
M21AA04	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 4 BALDAS 900X400 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**51,00**
M21AA05	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.000X300 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**36,65**
M21AA06	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.500X300 MM**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**38,60**
M21AA07	**SILLA DE CONFERENCIA ECO PATAS NEGRAS**		**u**			
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**27,71**
M21AA08	**SILLA DE OFICINA MISTIC CON SOPORTE LUMBAR NEGRO**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**179,90**
M21AA09	**MESA DE REUNIONES NEGRA**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**195,00**
M21AA10	**MESA DE OFICINA DEMI METÁLICA**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**129,90**
M21AA11	**ARCHIVADOR MONOBLOC 3 CAJONES**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**100,27**
M21AA12	**BOTIQUÍN PREPARADO TAMAÑO MEDIO**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**35,42**
M21AA13	**TAQUILLAS METÁLICAS 4 MÓDULOS DE 3 CAJONES**					
	Sin descomposición					
	TOTAL PARTIDA					**611,20**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
16	**CARPINTERÍA Y VIDRERÍA**					
D23AA101	**PUERTA CIEGA CHAPA LISA 0,9 METROS**		**u**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**54,30**
D23AA151	**PUERTA CIEGA DOBLE CHAPA LISA**		**U**			
U01FX001	Oficial cerrajería	0,150	Hr	15,90	2,39	
U01FX003	Ayudante cerrajería	0,150	Hr	13,80	2,07	
U22AA005	Puerta doble chapa lisa ciega	1,000	M2	70,79	70,79	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,753	%	3,00	2,26	
				TOTAL PARTIDA		**77,51**
D20AA110	**PUERTA ENTRADA LISA ROBLE**		**u**			
U01FV001	Equip.montaje carp.(of.+ay.)	2,000	Hr	34,50	69,00	
U19AP710	Cerco roble 90x30 mm	2,950	Ml	18,15	53,54	
U19AA015	Precerco pino 2ª 13x3,5 cm.	0,520	Ud	14,40	7,49	
U19DP220	Pta. entrada Roble modelo Artevi	0,520	Ud	299,46	155,72	
U19QA410	Tapajuntas Roble 70x15 mm.	6,000	Ml	4,40	26,40	
U19XI275	Pern.latonado antipalan. 14cm	2,000	Ud	2,40	4,80	
U19XG060	Cerradura seguridad AZBE p.e.	0,520	Ud	100,00	52,00	
U19XE010	Tirador p.entrada latón c/esc	0,520	Ud	13,90	7,23	
U19XG710	Mirilla óptica latón gran ang	0,520	Ud	7,10	3,69	
U19XK610	Tornillo latón 21/35 mm.	6,000	Ud	0,06	0,36	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	3,802	%	3,00	11,41	
				TOTAL PARTIDA		**391,64**
D23AA105	**PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER**		**U**			
U01FX001	Oficial cerrajería	0,150	Hr	15,90	2,39	
U01FX003	Ayudante cerrajería	0,150	Hr	13,80	2,07	
U22AA105	Puerta batiente chapa ROPER	1,000	M2	48,06	48,06	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,525	%	3,00	1,58	
				TOTAL PARTIDA		**54,10**
ED23AA101	**PUERTA CIEGA CHAPA LISA 3 METROS**		**u**			
U01FX001	Oficial cerrajería	0,150	Hr	15,90	2,39	
U01FX003	Ayudante cerrajería	0,150	Hr	13,80	2,07	
U22AA001	Puerta chapa lisa ciega	1,000	M2	62,15	62,15	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,666	%	3,00	2,00	
				TOTAL PARTIDA		**68,61**
ED23AA155	**PUERTA ELEVADORA 3 METROS**		**u**			
U01FX001	Oficial cerrajería	0,150	Hr	15,90	2,39	
U01FX003	Ayudante cerrajería	0,150	Hr	13,80	2,07	
U22AA155	Puerta bat.doble chapa ROPER	1,000	M2	51,25	51,25	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,557	%	3,00	1,67	
				TOTAL PARTIDA		**57,38**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
17	**URBANIZACIÓN**					
D36GA008	**PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM.**		**M2**			
U01AA501	Cuadrilla A	0,080	Hr	38,23	3,06	
A02AA510	HORMIGÓN H-200/40 elab. obra	0,150	M3	118,16	17,72	
U37GA000	Regla vibradora	0,030	Hr	1,45	0,04	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,208	%	3,00	0,62	
				TOTAL PARTIDA		**21,44**
D39QA001	**CESPED SEMILLADO, SUPERF. <1.000 M2.**		**M2**			
U01FR009	Jardinero	0,090	Hr	13,00	1,17	
U01FR013	Peón ordinario jardinero	0,120	Hr	10,50	1,26	
U04PY001	Agua	0,150	M3	1,44	0,22	
U40MA600	Semilla combinada para césped	0,060	Kg	5,30	0,32	
U40BD005	Mantillo	0,010	M3	21,02	0,21	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,032	%	3,00	0,10	
				TOTAL PARTIDA		**3,28**
D35IA001	**MARCADO PLAZA DE GARAJE**		**u**			
U01FZ101	Oficial 1ª pintor	0,060	Hr	16,20	0,97	
U01FZ105	Ayudante pintor	0,060	Hr	12,60	0,76	
U36KG500	Disolvente clorocaucho Procolor	0,025	Lt	4,20	0,11	
U36KG001	Clorocaucho Juno	0,075	Kg	10,10	0,76	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,026	%	3,00	0,08	
				TOTAL PARTIDA		**2,68**
D39CA001	**TIERRA VEGETAL DE CABEZA**		**M3**			
U01FR013	Peón ordinario jardinero	0,100	Hr	10,50	1,05	
U40BA005	Tierra vegetal de cabeza	1,000	M3	8,71	8,71	
U40SE116	Motocultor	0,100	Hr	5,66	0,57	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,103	%	3,00	0,31	
				TOTAL PARTIDA		**10,64**
ED39IC551	**QUERCUS ROBUR 9/10 ESCAYOLADO**		**Ud**			
U01FR009	Jardinero	1,500	Hr	13,00	19,50	
U01FR013	Peón ordinario jardinero	2,000	Hr	10,50	21,00	
U04PY001	Agua	0,100	M3	1,44	0,14	
U40GA090	Quercus robur 20-22 cm. esc.	1,000	Ud	233,92	233,92	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	2,746	%	3,00	8,24	
				TOTAL PARTIDA		**282,80**
D39KE351	**LIGUSTRUM JAPONICUM 0,60-0,80 M.**		**Ud**			
U01FR009	Jardinero	0,180	Hr	13,00	2,34	
U01FR013	Peón ordinario jardinero	0,360	Hr	10,50	3,78	
U04PY001	Agua	0,050	M3	1,44	0,07	
U40IA410	Ligustrum jap. 0,6-0,8 m. cep.	1,000	Ud	3,46	3,46	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,097	%	3,00	0,29	
				TOTAL PARTIDA		**9,94**
ED23AN316	**PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 4 M**		**u**			
			Sin descomposición			
				TOTAL PARTIDA		**98,30**
ED23AN315	**PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 10 M**		**u**			
U01FX001	Oficial cerrajería	0,500	Hr	15,90	7,95	
U01FX003	Ayudante cerrajería	0,500	Hr	13,80	6,90	
U22AA168	Puerta cancela corred. cuarteron	1,000	M2	101,12	101,12	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,160	%	3,00	3,48	
				TOTAL PARTIDA		**119,45**
D23KE015	**MALLA GALV. ST 40/14 DE 2,00 M.**		**Ml**			
U01FX105	Mano obra montaje malla ST	2,000	M2	6,50	13,00	
U22KA005	Poste 200 cm. tubo acero galv.diam. 48	0,300	Ud	8,34	2,50	
U22KA055	Poste arranque acero galv. de 2,00 m.	0,080	Ud	10,34	0,83	
U22KE056	Malla galv.s/torsión ST40/14-200	2,000	M2	2,64	5,28	
A01JF004	MORTERO CEMENTO (1/4) M 10	0,008	M3	87,26	0,70	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,223	%	3,00	0,67	
				TOTAL PARTIDA		**22,98**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
18	**GESTIÓN DE RESIDUOS**					
E001	**SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**		**u**			
			Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA			**1.500,00**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
19	**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**					
D41AA320	**ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS**		**u**			
U42AA810	Alquiler caseta p.vestuarios	1,000	Ud	117,00	117,00	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	1,170	%	3,00	3,51	
				TOTAL PARTIDA		**120,51**
D41AE001	**ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA**		**Ud**			
U42AE001	Acomet.prov.elect.a caseta.	1,000	Ud	99,45	99,45	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,995	%	3,00	2,99	
				TOTAL PARTIDA		**102,44**
D41AE101	**ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA**		**Ud**			
U42AE101	Acomet.prov.fontan.a caseta.	1,000	Ud	87,75	87,75	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,878	%	3,00	2,63	
				TOTAL PARTIDA		**90,38**
D41AE201	**ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA**		**Ud**			
U42AE201	Acomet.prov.saneamt.a caseta.	1,000	Ud	72,80	72,80	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,728	%	3,00	2,18	
				TOTAL PARTIDA		**74,98**
D41IA001	**COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE**		**Hr**			
U42IA001	Comite de segurid.e higiene	1,000	Hr	56,57	56,57	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,566	%	3,00	1,70	
				TOTAL PARTIDA		**58,27**
D41IA201	**EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV.**		**Hr**			
U42IA201	Equipo de limpiez.y conserv.	1,000	Hr	22,02	22,02	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,220	%	3,00	0,66	
				TOTAL PARTIDA		**22,68**
D41EA001	**CASCO DE SEGURIDAD**		**Ud**			
U42EA001	Casco de seguridad homologado	1,000	Ud	3,05	3,05	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,031	%	3,00	0,09	
				TOTAL PARTIDA		**3,14**
D41EG007	**PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD**		**Ud**			
U42EG007	Par de botas agua de seguridad	1,000	Ud	24,10	24,10	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,241	%	3,00	0,72	
				TOTAL PARTIDA		**24,82**
D41CA254	**CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO**		**Ud**			
U01AA011	Peón suelto	0,100	Hr	14,41	1,44	
U42CA254	Cartel de prohibido el paso a obra	1,000	Ud	5,72	5,72	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,072	%	3,00	0,22	
				TOTAL PARTIDA		**7,38**
D41EE012	**PAR GUANTES LONA/SERRAJE**		**Ud**			
U42EE012	Par Guantes lona/serraje	1,000	Ud	2,65	2,65	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,027	%	3,00	0,08	
				TOTAL PARTIDA		**2,73**
D41CC230	**CINTA DE BALIZAMIENTO R/B**		**Ml**			
U01AA011	Peón suelto	0,100	Hr	14,41	1,44	
U42CC230	Cinta de balizamiento reflec.	1,000	Ml	0,37	0,37	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,018	%	3,00	0,05	
				TOTAL PARTIDA		**1,86**
D41AG801	**BOTIQUIN DE OBRA**		**Ud**			
U42AG801	Botiquín de obra.	1,000	Ud	21,43	21,43	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,214	%	3,00	0,64	
				TOTAL PARTIDA		**22,07**
D41EE010	**PAR GUANTES NEOPRENO 100%**		**Ud**			
U42EE010	Par Guantes neopreno 100%	1,000	Ud	3,10	3,10	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,031	%	3,00	0,09	
				TOTAL PARTIDA		**3,19**
D41EA220	**GAFAS CONTRA IMPACTOS**		**Ud**			
U42EA220	Gafas contra impactos.	1,000	Ud	11,36	11,36	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,114	%	3,00	0,34	
				TOTAL PARTIDA		**11,70**
D41EC001	**MONO DE TRABAJO**		**Ud**			
U42EC001	Mono de trabajo.	1,000	Ud	13,84	13,84	

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,138	%	3,00	0,41	
					TOTAL PARTIDA.....	**14,25**
ED41EC500	**CINTURÓN ANTIVIBRATORIO**		**Ud**			
			Sin descomposición			
					TOTAL PARTIDA.....	**12,60**
D41ED105	**TAPONES ANTIRUIDO**		**Ud**			
U42ED105	Tapones antiruido	1,000	Ud	0,25	0,25	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,003	%	3,00	0,01	
					TOTAL PARTIDA.....	**0,26**
D41GA001	**RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS**		**M2**			
U01AA008	Oficial segunda	0,080	Hr	15,34	1,23	
U01AA011	Peón suelto	0,080	Hr	14,41	1,15	
U42GA001	Red de seguridad h=10 m.	0,300	M2	0,95	0,29	
U42GC005	Anclaje red a forjado.	3,000	Ud	0,32	0,96	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,036	%	3,00	0,11	
					TOTAL PARTIDA.....	**3,74**
D41AA402	**ALQUILER CASETA ASEO 1,35X1,35 M.**		**u**			
U42AA402	Alquiler caseta aseo 1,35x1,35 m.	1,000	Ud	98,20	98,20	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,982	%	3,00	2,95	
					TOTAL PARTIDA.....	**101,15**
D41GA540	**CABLE DE ATADO TRABAJOS ALTURA**		**Ml**			
U01AA008	Oficial segunda	0,060	Hr	15,34	0,92	
U01AA011	Peón suelto	0,060	Hr	14,41	0,86	
U42GC030	Cable de seguridad.	0,300	Ml	1,14	0,34	
U42GC005	Anclaje red a forjado.	3,000	Ud	0,32	0,96	
%CI	Costes indirectos..(s/total)	0,031	%	3,00	0,09	
					TOTAL PARTIDA.....	**3,17**

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
01		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	
D02AA501	**M2**	**DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**	**0,57**
		M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	
		CERO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D02HF201	**M3**	**EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO**	**10,79**
		M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.	
		DIEZ EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
D02VF101	**M3**	**TRANSPORTE TIERRAS 10 A 20 KM**	**8,55**
		M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total comprendido entre 10 y 20 km., con camión volquete de 10 Tm., i/p.p. de costes indirectos.	
		OCHO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

02 CIMENTACIÓN

ED04EF061 **M3** **HOR. LIMP. HA-25/P/40/ IIa CENT. V. MAN.** **123,25**

M3. Hormigón en masa HM-20/P/40/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE.

CIENTO VEINTITRÉS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

ED04PA121 **M3** **HORMIGÓN HA-25/P/40 SOLERA CEN.** **146,76**

M3. Solera realizada con hormigón HM-20/P/40/ IIa N/mm2, Tmax. del árido 40 mm. elaborado en central, i/vertido y compactado y p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.

CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D04AA250 **Kg** **ACERO CORRUGADO S-275JR** **1,33**

Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

D04AA201 **Kg** **ACERO CORRUGADO B 500-S** **1,35**

Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

UN EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

D04AA001 **Kg** **ACERO CORRUGADO B 400-S** **1,26**

Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.

UN EUROS con VEINTISÉIS CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
03		**ESTRUCUTRA METÁLICA**	
D05AA003	**Kg**	**ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.**	**1,75**
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.	
		UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
04		**CUBIERTA**	
ED01AA001	**m2**	**PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE**	**25,31**

VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

05 SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES

ED01AA001 m2 **PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE** 25,31

VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

D10AA110 M2 **TABICÓN ALIGERADO H/DOBLE** 16,27

M2. Tabique palomero de ladrillo hueco doble 25x12x9 cm. recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/ replanteo, roturas, humedecido de las piezas y limpieza.

DIECISÉIS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

D19WA016 M2 **PAV. EPOXY ANTIDES.-MULT. POLYKIT** 32,15

M2. Suministro y puesta en obra del Sistema Multicapa Epoxi MASTERTOP 1220 Polykit, con un espesor de 2,0 mm, consistente en formación de capa base epoxi sin disolventes coloreada MASTERTOP 1200 o similar (rendimiento 1,6 kg/m2); espolvoreo en fresco de árido de cuarzo MASTERTOP F 5 o similar con una granulometría 0,3-0,8 mm (rendimiento 3,0 kg/m2); sellado con el revestimiento epoxi sin disolventes coloreado MASTERTOP 1200 o similar (rendimiento 0,600 kg/m2), sobre superficies de hormigón o mortero, sin incluir la preparación del soporte. Colores Estándar.

TREINTA Y DOS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

D19DD001 M2 **SOLADO DE GRES (10 Eu/M2) INT. C 1/2** 31,71

M2. Solado de baldosa de gres (precio del material 10 euros/m2), en formato comercial, para interiores (resistencia al deslizamiento Rd s/ UNE-ENV 12633 para: a) zonas secas, CLASE 1 para pendientes menores al 6% y CLASE 2 para pendientes superiores al 6% y escaleras, b) zonas húmedas, CLASE 2 para pendientes menores al 6%), recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm., rejuntado y limpieza, s/ CTE BD SU y NTE-RSB-7.

TREINTA Y UN EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

D14AA001 M2 **FALSO TECHO DE FIBRA DE VIDRIO MEZCLADA CON YESO PRENSADA TIPO ARMSTRONG EN FORMA DE LOSA** 7,34

M2. Falso techo de placas de escayola lisa recibidas con pasta de escayola, incluso realización de juntas de dilatación, repaso de las juntas, montaje y desmontaje de andamiadas, rejuntado, limpieza y cualquier tipo de medio auxiliar, según NTE-RTC-16.

SIETE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

06 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

D25NA115 m **TUBERÍA EVAC. PVC M1 50 mm. URALITA** 9,25

Ml. Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 50 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

NUEVE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

ED25NA110 m **TUBERÍA EVAC. PVC M1 63 mm. URALITA** 8,36

Ml. Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 40 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

OCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

D25NA120 m **TUBERÍA EVAC. PVC M1 75 mm. URALITA** 8,09

Ml.Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 75 mm x 3 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

OCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

D25NA130 m **TUBERÍA EVAC. PVC M1 110 mm. URALITA** 10,39

Ml. Tubería multicapa PVC en policloruro de vinilo con resistencia al fuego M1, de diámetro exterior 110 mm x 3,2 mm de espesor Serie B, URALITA, en instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales, para unir con piezas de igual material, mediante adhesivo. De conformidad con UNE-EN 1453 y marca de calidad AENOR y AFNOR, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

DIEZ EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D25ND010 Ud **SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO** 6,08

Ud. Sifón individual para lavabo, bidé o fregadero de un seno, de PVC de D=32 mm., totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

D25ND210 Ud **BOTE SIFÓNICO PVC 110 mm.** 15,58

Ud. Bote sifónico de 110 mm. 32/40 y 40/50 de PVC, totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

D25NP210 m **CANALÓN ALUM. LACADO 30 CM. DES.** 17,30

Ml. Canalón visto de chapa de aluminio prelacado en color, de 150 mm de diámetro y 0,6 mm de espesor, fijado mediante ganchos ocultos con tornillo autorroscante de 40 mm., i/p.p. piezas especiales según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

DIECISIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

D25NL500 m **BAJANTE PLUV. ALUM. LAC. 120 mm.** 17,94

Ml. Bajante en aluminio prelacado en color, de 150 mm de diámetro, para evacuación de aguas pluviales, fijada con abrazaderas a la pared, i/ codos y piezas especiales, medios auxiliares y de seguridad, totalmente colocada según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D03DA015 u **ARQUE./PIE BAJ. REG. 51x51x80 cm.** 86,33

Ud. Arqueta de registro de 51x51x80 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.

OCHENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
ED03DA015	u	**ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x60x80 cm.**	92,63
		Ud. Arqueta de registro de 63x63x80 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.	
		NOVENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
ED03DA016	u	**ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x70x80 cm.**	93,47
		NOVENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D03DA202	Ud	**ARQUETA SIFÓNICA 51x51x80 cm.**	92,35
		Ud. Arqueta sifónica de 51x51x80 cms. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2, tapa de hormigón armado y sifón de PVC, según CTE/DB-HS 5.	
		NOVENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
ED03DA202	Ud	**ARQUETA SIFÓNICA 40x40x80 cm.**	85,32
		Ud. Arqueta sifónica de 40x40x80 cms. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2, tapa de hormigón armado y sifón de PVC, según CTE/DB-HS 5.	
		OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
ED25NA660	m	**TUBERÍA EVAC. PVC 150 mm. SERIE B**	8,47
		Ml. Tubería de PVC de 160 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/DB-HS 5 evacuación de aguas.	
		OCHO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D25NA660	m	**TUBERÍA EVAC. PVC 160 mm. SERIE B**	9,57
		Ml. Tubería de PVC de 160 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/DB-HS 5 evacuación de aguas.	
		NUEVE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D25NA700	m	**TUBERÍA EVAC. PVC 200 mm. SERIE B**	14,39
		Ml. Tubería de PVC de 200 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para evacuación interior de aguas calientes y residuales, i/codos, tes y demás accesorios, totalmente instalada, según CTE/DB-HS 5 evacuación de aguas.	
		CATORCE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
ED25NA700	m	**TUBERÍA EVAC. PVC 315 mm. SERIE B**	14,94
		CATORCE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

07 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

D26DD001 Ud **PLATO DUCHA 60x60 BLANCO** 168,83

Ud. Plato de ducha de Roca modelo Ontario en porcelana color blanco de 60x60 cm., con mezclador ducha de Roca modelo Victoria Plus cromada o similar y válvula desagüe sifónica con salida de 40 mm, totalmente instalado.

CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

ED01AA003 **LAVABO EN CERÁMICA** 150,00

Lavabo en Cerámica de 595mm Monoforo con Pedestal Tradicional - Richmond

CIENTO CINCUENTA EUROS

ED01AA004 **INODORO ROCA VICTORIA** 169,40

INODORO ROCA VICTORIA DE TANQUE BAJO CON SISTEMA DE DESAGÜE VERTICAL Y CISTERNA DE ALIMENTACIÓN LATERAL

CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

D25TX000 Ud **INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 1/2"** 8,50

Ud. Grifo latón boca roscada de 1/2", totalmente instalado.

OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

ED01AA005 2 **MÓDULO DE LAVABO DE POLIPROPILENO** 235,60

MÓDULO DE LAVABO DE POLIPROPILENO Conforme a las siguientes normas: DIN 12920, DIN 12898, DIN 12919, DIN 3537 y DIN 12918-1, Grifería con cierre cerámico de 1/4 de vuelta, seguro que impide una apertura accidental de gas y grifería para vacío con un cierre de teflón

DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

D25ND020 Ud **SIFÓN INDIVIDUAL PARA FREGADERO** 10,02

Ud. Sifón individual para fregadero de dos senos, de PVC de D=32 mm., totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

DIEZ EUROS con DOS CÉNTIMOS

ED01AA06 Ud **CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS MURAL CON UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S). TEMPERATURA DE IMPULSIÓN 40** 732,50

caldera de condensación a gas mural con un sistema de producción de agua caliente sanitaria (A.C.S). Temperatura de impulsión 40ºC.

SETECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

ED01AA07 m **ML. TUBERÍA DE 20 MM ACERO GALVANIZADO** 0,42

Ml. Tubería de polietileno reticulado (PE-Xa) sanitario serie 5, de 20 mm. de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

CERO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
ED01AA08	m	ML. TUBERÍA DE 16 MM POLIETILENO RETICULADO	0,40

Ml. Tubería de polietileno reticulado (PE-Xa) sanitario serie 5, de 16 mm. de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

CERO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

D25NA509	m	ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO	2,97

Ml. Tubería de acero galvanizadode 25 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 19048 para alimentación ecterior, totalmente instalada, según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

DOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ED01AA010	Ud	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA DE CIRCULACIÓN DE HIERRO FUNDIDO Y 3 VELOCIDADES CON UNA POTENCIA DE 0,071 KW, CAUDAL DE 0,07 L/S Y PRES	137,20

electrobomba centrífuga de circulación de hierro fundido y 3 velocidades con una potencia de 0,071 kW, caudal de 0,07 L/s y presión de 0,74 m.c.a.

CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

ED01AA011	m2	COQUILLA DE ESPUMA ELASTOMÉRICA ARMAFLEX CON UNA GAMA DE TEMPERATURAS DE TRABAJO ÓPTIMA ENTRE -40 Y 105 °C. , AUTOEXTINGUIBLES,	15,45

coquilla de espuma elastomérica Armaflex con una gama de temperaturas de trabajo óptima entre -40 y 105 °C. , autoextinguibles, lisa por ambas caras. Totalmente instalada.

Flexibilidad, la cual hace la instalación más fácil y limpia.

Buena resistencia a la intemperie y rayos Ultravioleta, Baja absorción de agua.)

QUINCE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

ED01AA009	m	ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO COLECTOR	2,97

Tubería de 25 mm de acero galvanizado enterrada según la UNE 19048, con una presión nominal de 10 atmosferas, totalmente instalada según CTE/DB-HS 5 evacuación de aguas.

DOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D03AG115	m	ML. TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO (PE-XA) SANITARIO SERIE 5, DE 25 MM. DE DIÁMETRO Y 3.2 MM. DE ESPESOR, UNIÓN POR ADHESIVO,	0,47

Ml. Tubería de polietileno reticulado (PE-Xa) sanitario serie 5, de 25 mm. de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

CERO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D25ND010	Ud	SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO	6,08

Ud. Sifón individual para lavabo, bidé o fregadero de un seno, de PVC de D=32 mm., totalmente instalado según CTE/ DB-HS 5 evacuación de aguas.

SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

09 INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

D03AG0 m **TUBERÍA DE ACERO INOX. AISI 304** 3,22

TRES EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS

D16AR136 Ml **CUBRETUBERÍAS ISOVER 1" 30 mm. AL.** 7,57

Ml. Aislamiento térmico con coquilla rígida de lana de vidrio CUBRETUBERIAS de ISOVER, dispuesta concéntricamente y aglomerada con resinas termoendurecibles, de 30 mm. de espesor y 1,20 m. por pieza, revestida con un complejo de papel-aluminio reforzado con hilos de vidrio textil y con solapa autoadhesiva, de 34 mm. de diámetro interior para tuberías de 1", y una temperatura límite de empleo de +120ºC.

SIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ED01AA013 Ud **EQUIPO DE FRÍO ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO** 589,70

Equipo frigorífico semicompacto, totalmente instalado y en funcionamiento. Potencia frigorífica: 16 kW. Caudal del evaporador = 16.200 m3/h. Refrigerante R717. Caudal del evaporador = 15.000 m3/h. Dimensiones: 1.260x2.210x2.140 mm.

QUINIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

ED01AA015 m2 **AISLAM. TÉRMICO PAREDES ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO** 14,70

paneles sándwich o paneles compuestos, compuesta de capas metálicas y materiales de aislamiento como espuma de poliuretano, lana de roca, poliestiereno, etc. Prefabricados, ligeros, buenas características aislantes y completamente instalado. Conductividad típica = 0,020-0,024 W/m·ºC y una densidad relativa de 40 kg/m3.

CATORCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

ED01AA016 m2 **AISLAM. TÉRMICO SUELO ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO** 13,50

Aislante térmico basado en algodón reciclado 80% aglomerado con resina epoxi y lámina de aluminio con una conductividad térmica de 0,032 W/m·ºC y una densidad relativa de 60 kg/m3.

TRECE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

ED01AA014 Ud **EQUIPO REFRIGERADOR DE AGUA** 896,30

Equipo refrigerador de agua por ventiladores axiales semicompacto, totalmente instalado y en funcionamiento. Potencia frigorífica: 43.200 W. Q aire ventilador = 18.300 m3/h. Refrigerante R407C. Peso = 1.050 kg. Dimensiones: 900x1.930x2.155 mm. Caudal de agua del evaporador = 7,43 m3/h.

OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

10 INSTALACIÓN NEUMÁTICA

ED01AA017 Ud **COMPRESOR SITASA AIRSIL 3 NB7** **2.752,00**

Compresor eléctrico insonorizado de 2 cilindros con ventilador integrado de ventilación forzada y un panel de instrumentos con testigos. Presión máx.: 11 bar. Motor 7,5 Kw. Caudal máx. suministrado: 1,2 m3/min. Dimensiones: 1.200x870x850 mm. Peso Neto: 252 Kg

DOS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS

ED01AA018 Ud **DEPÓSITO ACUMULADOR DE AIRE 500 L** **3.723,00**

Depósito vertical de capacidad 500 litros. Incluye purgador automático, manómetro y válvula de seguridad.

TRES MIL SETECIENTOS VEINTITRÉS EUROS

D25DA000 m **TUBERÍA DE ACERO GALV. DN20** **18,12**

Ml. Tubería de acero galvanizado de DN20, con una rugosidad interna de 0,05 mm, i/codos, manguitos y demás accesorios, totalmente instalada según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua.

DIECIOCHO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

11 INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA

ED011AA020 **Ud** **EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA IMAWATER IMA-ECO** **2.869,00**

Equipo de tratamiento de agua IMAWATER modelo IMA-ECO con filtro de carbón activo integrado. Producción de 2.000 L/h y una potencia de 3,0 kW/h. Presión de trabajo = 18 kg/cm2. Dimensiones: 1.530x1.350x1.100 mm. Totalmente instalado y en funcionamiento.

DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS

ED011AA022 **m** **TUBERÍA PVC 280 mm. SERIE B** **14,32**

Ml. Tubería de PVC de 280 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para una distribución del agua tratada.

CATORCE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

ED011AA021 **m** **TUBERÍA PVC 180 mm. SERIE B** **6,75**

Ml. Tubería de PVC de 180 mm. serie B color gris, de conformidad con UNE EN 1329 para una distribución del agua tratada.

SEIS EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

12 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ED01AA021 Ud **LÁMPARA LED PARA LAS SALAS DE PRODUCCIÓN** 85,33

Lámpara LED de 240W 50-60 Hz, con una luminosidad de 13.000 lum, una temepratura de luz de 4.000 ºK y una vida útil de 50.000 horas.

OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

EDO01AA022 Ud **LÁMPARA FLUORESCENTE PARA LAS ZONAS DE NO PRODUCCIÓN Y PASILLOS** 8,99

Lámpara fluorescente LED doble de 116W 50-60 Hz, con una luminosidad de 10.800 lum, una temperatura de luz de 4.000 ºK y una vida útil de 50.000 horas.

OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D27KD001 Ud **PUNTO DOBLE INTERRUP. JUNG-AS 500** 44,22

Ud. Punto doble interruptor realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2., incluído caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, doble interruptor JUNG-505 U con tecla JUNG-AS 591-5 y marco respectivo, totalmente montado e instalado.

CUARENTA Y CUATRO EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS

D27AC001 Ud **GASTOS TRAMITAC.-CONTRATAC./KW** 52,53

Ud. Gastos tramitación contratación por Kw. con la Compañía para el suministro al edificio desde sus redes de distribución, incluído derechos de acometida, enganche y verificación en la contratación de la póliza de abono.

CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

D27OA212 Ud **BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA TRIFÁSICO** 32,30

Ud. Base enchufe trifásico con toma de tierra desplazada realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2. (activo, neutro y protección), incluído caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II) LEGRAND GALEA blanco, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.

TREINTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

D27OA211 Ud **BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA** 23,76

Ud. Base enchufe con toma de tierra desplazada realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar, aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2. (activo, neutro y protección), incluído caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, base enchufe 10/16 A (II) LEGRAND GALEA blanco, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.

VEINTITRÉS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D27MA246 Ud **TOMA TELÉFONO SIMÓN-31** 18,67

Ud. Toma para teléfono, realizada con canalización de PVC corrugado de M 20/gp5, y guía de alambre galvanizado, para instalación de línea telefónica, incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, toma teléfono con seis contactos para conector RJ-12 serie SIMON-31 blanco, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.

DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
D27IH042	**Ud**	**CUADRO GENERAL NAVE**	**2.012,44**
		Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para naveindustrial para superficie hasta 500 m2, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual ó automatico, totalmente cableado, conexionado y rotulado.	
		DOS MIL DOCE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
D27IH043	**Ud**	**CUADRO SECUNDARIO NAVE**	**832,00**
		OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS	
D27NE201	**Ud**	**BASE P/INFORMÁTICA JUNG-AS 500**	**22,14**
		Ud. Base para informática con toma conector coaxial (sin incluir cableado), realizado en tubo P.V.C. coarrugado M 20/gp5, incluido mecanismo JUNG-AS 500, caja de registro, caja mecanismo, totalmente montado e instalado.	
		VEINTIDÓS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
D27KG310	**Ud**	**P. LUZ SEN. PULSADOR BJC-CORAL**	**22,73**
		Ud.Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm2., incluido, caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, interruptor unipolar por pulsador BJC-CORAL y marco respectivo, totalmente montado e instalado.	
		VEINTIDÓS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

13 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

D34AA006 Ud **EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B** **46,05**

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

D34AA315 Ud **EXT. N. CARB. 10 Kg. CARRO EF 55B** **233,01**

Ud. Carro extintor de nieve carbónica CO2 para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas e incendios de equipos eléctricos, con 10 Kg. de agente extintor con carro de ruedas y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.

DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

D34FG005 Ud **PULSADOR DE ALARMA REARMABLE** **118,92**

Ud. Pulsador de alarma tipo rearmable, con tapa de plástico basculante totalmente instalado, i/p.p. de tubos y cableado, conexionado y probado, según CTE/DB-SI 4.

CIENTO DIECIOCHO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

D34MA010 Ud **SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN** **10,74**

Ud. Señal luminiscente para indicación de la evacuación (salida, salida emergencia, direccionales, no salida....) de 297x148mm por una cara en pvc rígido de 2mm de espesor, totalmente montada según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

DIEZ EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D34AI020 Ud **BOCA INCEN. EQUIPADA 25 mm./20m.** **467,45**

Ud. Boca de incendios para viviendas residenciales, equipada BIE formada por cabina en chapa de acero 700x700x250 mm, pintada en rojo, marco en acero cromado con cerradura de cuadradillo de 8 mm. y cristal, rótulo romper en caso de incendios, devanadera con toma axial abatible, válvula de 1", 20 m de manguera semirígida y manómetro de 0 a 16 kg/cm2 según CTE/DB-SI 4, certificado por AENOR, totalmente instalada.

CUATROCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

D34MA005 Ud **SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS** **12,64**

Ud. Señal luminiscente para elementos de extinción de incendios (extintores, bies, pulsadores....) de 297x210 por una cara en pvc rígido de 2 mm de espesor, totalmente instalada, según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.

DOCE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D34FG205 Ud **SIRENA ELECTRÓNICA BITONAL 24 V.** **190,30**

Ud. Sirena de alarma de incendios bitonal, para montaje interior con señal óptica y acústica a 24v, totalmente instalada, i/p.p. tubo y cableado, conexionado y probado, según CTE/DB-SI 4.

CIENTO NOVENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

D28AO015 Ud **EMERGEN. DAISALUX NOVA N3 150 LÚM.** **61,89**

Ud. Bloque autónomo de emergencia IP44 IK 04, modelo DAISALUX serie Nova N3, de superficie o empotrado, de 150 Lúm. con lámpara de emergencia FL. 8W, con caja de empotrar blanca o negra, o estanca (IP66 IK08), con difusor biplano opal o transparente. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor construidos en policarbonato. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Etiqueta de señalización, replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

SESENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

14 MAQUINARIA

M20AA01 u **BÁSCULA INDUSTRIAL RX ACCUREX** 99,00

Báscula industrial RX ACCUREX de plataforma con una estructura de acero lacado y un plato y una columna fabricados en acero inoxidable, especial para pesar sacos, paquetes, mezclas..., con estructura de acero lacado y plato inoxidable e indicador incorporado de ABS.

NOVENTA Y NUEVE EUROS

M20AA02 u **BOMBA DE RODETES FLEXIBLE INOXPA RF-10/40** 73,20

Bomba de rodetes flexibles INOXPA RF-10/40 con 0,45 kW de potencia, caudal de 9 m3/h, 10 metros de cable, un peso de 14 kg y unas dimensiones de 130 x 155 x 350 mm.

SETENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

M20AA03 u **INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DESMONTABLES SUICALSA IP2600** 508,10

Intercambiador de calor de placas desmontables SUICASA IP2600 con flujo paralelo y capacidad para 27 placas, un peso de 34,2 kg y unas dimensiones de 470 x 200 x 220 mm.

QUINIENTOS OCHO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

M20AA04 u **LÍNEA DE LLENADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BFA-MB1200** 1.234,00

Línea de llenado automático de botellas CZECH BREWERY SYSTEM BFA-MB1200 de 1.200 botellas/hora en 0,33 L y 700 botellas/hora en botellas de 0,75 La. Dispone de varios módulos incluidos que permite el enjuague de las botellas de vidrio , llenado isobárico totalmente automático y el cierre de las botellas con los tapones corona. Dispone de una electroválvula que controla automáticamente el fluido del líquido, controlable por panel táctil, cintas transportadoras y montaje y puesta a punto integradas. Fotocélulas colocadas a la entrada y la salida para un arranque o parada automático sobre las mesas rotatorias de entrada y salida de botellas. Dimensiones: 2.300 x 1.930 x 2.510 mm.

MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS

M20AA05 u **EQUIPO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BLA-MB1500** 658,30

Equipo de etiquetado automático de botellas CZECH BREWERY SYSTEM BLA-MB1500 con capacidad para 1.500 botellas por hora, con un motor de 0,3 kW, bastidor base y estructura principal de acero de hierro fuerte soldados ajustable en altura y superficie exterior de acero inoxidable AISI 304, guardas de seguridad, caja de engranajes principal tipo tornillo sinfín, transportadores de alimentación y descarga en acero con rodillos de plástico antideslizante y cinta transportadora integrada, estabilizador de botellas y sistema de limpieza de eqtiquetas con rodillos. Instalación y puesta en marcha incluidos. Dimensiones: 1.250 x 2.000 x 1.200 mm.

SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
M20AA06	u	CARRETILLA ELÉCTRICA ELEVADORA TOYOTA TRAIGO 48V 3 RUEDAS 1.5 TONELADAS	1.874,80

Carretilla eléctrica elevadora TOYOTA TRAIGO 48V 3 ruedas 1.5 Toneladas, con una capacidad de carga de 1.500 kg, un radio de giro de 1.229 y una altura máxima alcanzable de 6.070 mm. Peso total 2.976 kg, unas dimensiones de 2.160 x 802,4 x 2.466,4 mm. Cargadores eléctricos incluidos.

MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

M20AA07	u	BOMBA NEUMÁTICA DE DOBLE DIAFRAGMA GRACO HUSKY 205	170,20

Bomba neumática de doble diafragma GRACO HUSKY 205 con un caudal máximo de 18,9 L, una presión máxima de aire de 7 bar, un consumo de aire comprimido de 0,4 m3/min, un peso de 0,9 kg y unas dimensiones de 93 x 146 x 464 mm.

CIENTO SETENTA EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

M20AA08	u	PHMETRO Y CONDUCTIMETRO CRISON BASIC 20	537,24

pHmetro y conductímetro CRISON BASIC 20 con sonda de referencia y sonda de temperatura Pt 1000. Corrección automática de la temperatura y tampones de calibración incluidos. Resolución: 0,01. Potencia: 96 W. Dimensiones 98 x 325 x 155 mm.

QUINIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

M20AA09	u	BAÑO TERMOSTATICO DIVERS/DUTSCHER 940891	605,00

Baño termostático DIVERS/DUTSCHER con un volumen de 3,5 L, una temperatura de trabajo de hasta 90 ºC, fabricada en acero inoxidable y policarbonato. Dimensiones: 260 x 165 x 225 mm.

SEISCIENTOS CINCO EUROS

M20AA10	u	AGITADOR MAGNÉTICO CON AUTO-REVERSE HANNA INSTRUMENTS 302N	90,70

Agitador magnético con auto-reverse HANNA INSTRUMENTS HI 302N con una capacidad máxima de 2,5 L, una velocidad máxima de 1.000 r.p.m., fabricado en acero inoxidable AISI 316 y unas dimensiones de 180 x 180 x 70 mm.

NOVENTA EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

M20AA11	u	DENSÍMETRO 980-1130 ALLA FRANCE	20,47

Densímetro/mostímetro ALLA FRANCE 2000FG-05 con un rango de 980-1130 de dos divisiones.

VEINTE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

M20AA12	u	REFRACTÓMETRO DE MESA CIVEQ ZWAJ	883,00

Refractómetro de mesa CIVEQ ZWAJ con un rango de 1.300-1.700, una precision de ± 0,0002 y una resolución del 25% con iluminación natural por espejo. Dimensiones 190 x 250 x 90 mm.

OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
M20AA13	u	ESPECTROFOTÓMETRO VISIBLE SERIE 4200 MODELO 4211/20	2.297,50
		Espectrofotómetro visible de QUIRUMED modelo 4211/20 con pantalla LCD, memoria de 200 datos, selección de longitud de onda por teclado, lámparas de tungsceno y deuterio independientes, con un sistema óptico de luz simple con rejilla de 1.200 lineas por nanometro, con espacio para 4 cubetas de 10 mm de paso de luz y un rango de medida de 325 a 1000 nm. Dimensiones: 180 x 370 x 470 mm.	
		DOS MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
M20AA14	u	ESTUFA DE DESECACIÓN QUERCUS LAB 50631031	841,50
		OCHOCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
M20AA15	u	BALANZA DE PRECISIÓN WTC 200	361,79
		TRESCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
M20AA16	u	CARRO ELEVADOR Y VOLTEADOR DE BIDONES HALÉCO 047.588.71.	327,20
		TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
M20AA17	u	CALENTADOR DE BIDONES METÁLICOS 200L DENIOS 171803W	972,80
		NOVECIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
M20AA18	u	FILTRO DE PLACAS 20X20 MODELO FILTER AGROVIN	707,20
		SETECIENTOS SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
M20AA19	u	TURBIDÍMETRO PCE-TUM 20	449,90
		CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
M20AA20	u	DEPÓSITO DE MEZCLA ASÉPTICO CALEFACTABLE HORIZONTAL	3.129,90
		TRES MIL CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
M20AA21	u	TRASPALETA MANUAL RAJA TPL2T	274,20
		DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
M20AA22	u	ELEVADOR DE BIDONES CON ELEVACIÓN BARRA TIMÓN	637,97
		SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
M20AA23	u	DEPÓSITO DE FERMENTACIÓN DE ACERO INOXIDABLE INVIA DESP3000PRI	4.114,00
		CUATRO MIL CIENTO CATORCE EUROS	
M20AA24	u	DEPÓSITO NODRIZA MAGUSA MODELO FISP SIN CAMISA	2.130,00
		DOS MIL CIENTO TREINTA EUROS	
M20AA25	u	DEPÓSITO SIEMPRELLENO MAGUSA FCG CON PUERTA	1.372,60
		MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
M20AA26	u	DETECTOR DE METALES IBBERCASSEL METAL SHARK	3.200,00
		TRES MIL DOSCIENTOS EUROS	
M20AA27	u	CONTENEDOR IBC CON PALET DE PLÁSTICO 1000 l	274,50
		DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
M20AA28	u	DESTILADOR AUTOMÁTICO GARCÍA-TENA GAB TENAMATIC	324,70
		TRESCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
15		**MOBILIARIO**	
M21AA01		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X300 MM**	**32,35**
		TREINTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
M21AA02		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X800 MM**	**47,35**
		CUARENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
M21AA03		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1200X400 MM**	**47,15**
		CUARENTA Y SIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
M21AA04		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 4 BALDAS 900X400 MM**	**51,00**
		CINCUENTA Y UN EUROS	
M21AA05		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.000X300 MM**	**36,65**
		TREINTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
M21AA06		**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.500X300 MM**	**38,60**
		TREINTA Y OCHO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
M21AA07	**u**	**SILLA DE CONFERENCIA ECO PATAS NEGRAS**	**27,71**
		VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
M21AA08		**SILLA DE OFICINA MISTIC CON SOPORTE LUMBAR NEGRO**	**179,90**
		CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
M21AA09		**MESA DE REUNIONES NEGRA**	**195,00**
		CIENTO NOVENTA Y CINCO EUROS	
M21AA10		**MESA DE OFICINA DEMI METÁLICA**	**129,90**
		CIENTO VEINTINUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
M21AA11		**ARCHIVADOR MONOBLOC 3 CAJONES**	**100,27**
		CIEN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
M21AA12		**BOTIQUÍN PREPARADO TAMAÑO MEDIO**	**35,42**
		TREINTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	
M21AA13		**TAQUILLAS METÁLICAS 4 MÓDULOS DE 3 CAJONES**	**611,20**
		SEISCIENTOS ONCE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

16 CARPINTERÍA Y VIDRERÍA

D23AA101 u **PUERTA CIEGA CHAPA LISA 0,9 METROS** **54,30**

M2. Puerta de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular, i/patillas para recibir en fábricas, y herrajes de colgar y de seguridad.

CINCUENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

D23AA151 U **PUERTA CIEGA DOBLE CHAPA LISA** **77,51**

M2. Puerta de doble chapa lisa de acero de 1 mm. de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular, i/patillas para recibir en fábricas, y herrajes de colgar y de seguridad.

SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

D20AA110 u **PUERTA ENTRADA LISA ROBLE** **391,64**

M2. Puerta de entrada con hoja lisa formada por tablero rechapado en madera de Roble, rebajado y con moldura, de medidas 2030 x 925/ 825 x 45 mm. Precerco en madera de pino de 90x35 mm, cerco visto de 90x30 mm rechapado en roble y tapajuntas de 70x10 rechapado igualmente. Con 4 bisagras de hierro latonado y cerradura de seguridad de un punto de embutir Tesa ó similar, mirilla óptica de latón gran angular, manivela interior con placa y pomo exterior. Totalmente montada, incluso en p.p. de medios auxiliares.

TRESCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D23AA105 U **PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER** **54,10**

M2. Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/ herrajes de colgar y seguridad.

CINCUENTA Y CUATRO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

ED23AA101 u **PUERTA CIEGA CHAPA LISA 3 METROS** **68,61**

M2. Puerta de chapa lisa de acero de 1 mm de espesor, engatillada, realizada en dos bandejas, con rigidizadores de tubo rectangular, i/patillas para recibir en fábricas, y herrajes de colgar y de seguridad.

SESENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

ED23AA155 u **PUERTA ELEVADORA 3 METROS** **57,38**

M2. Puerta metálica batiente de una hoja ROPER en chapa lisa, hoja fabricada en doble tabique de chapa galvanizada, suministrada armada, protegida con lámina plástica de polietileno, con hoja, cerradura con manilla en nylon y garras para anclaje, i/herrajes de colgar y de seguridad.

CINCUENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

17 URBANIZACIÓN

D36GA008 **M2** **PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM.** **21,44**

M2. Pavimento de 15 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2., tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calzadas.

VEINTIÚN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D39QA001 **M2** **CESPED SEMILLADO, SUPERF. <1.000 M2.** **3,28**

M2. Césped semillado con mezcla de Lolium, Agrostis, Festuca y Poa, incluso preparación del terreno, mantillo, siembra y riegos hasta la primera siega, en superficies menores de 1.000 m2.

TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

D35IA001 **u** **MARCADO PLAZA DE GARAJE** **2,68**

Ml. Marcado de plaza de garaje con pintura al clorocaucho, con una anchura de linea de 10 cm., i/limpieza de superficies, replanteo y encintado.

DOS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

D39CA001 **M3** **TIERRA VEGETAL DE CABEZA** **10,64**

M3. Suministro y extendido por medios mecánicos de tierra vegetal de cabeza suministrada a granel,incluido descarga de camión y pase de motocultor.

DIEZ EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

ED39IC551 **Ud** **QUERCUS ROBUR 9/10 ESCAYOLADO** **282,80**

Ud. Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Quercus robur (Roble) de 9-10 m. de per. a 2,3 m. del suelo con cepellón escayolado.

DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

D39KE351 **Ud** **LIGUSTRUM JAPONICUM 0,60-0,80 M.** **9,94**

Ud. Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Ligustrum japonicum (Aligustre) de 0,6 a 0,8 m. de altura con cepellón en container.

NUEVE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

ED23AN316 **u** **PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 4 M** **98,30**

M2. Puerta cancela metálica para acceso de vehículos, en hoja de corredera, fabricada a base de perfiles rectangulares en cerco, cuarterones de chapa metálica a dos caras y zócalo de chapa grecada, incluso p.p. de guía inferior formada por PNU 100, ruedas para deslizamiento de 200 mm. con rodamiento de engrase permanente, cerrojo para enclavamiento manual y elementos de sustentación necesarios para su perfecto funcionamiento.

NOVENTA Y OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

ED23AN315 **u** **PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 10 M** **119,45**

M2. Puerta cancela metálica para acceso de vehículos, en hoja de corredera, fabricada a base de perfiles rectangulares en cerco, cuarterones de chapa metálica a dos caras y zócalo de chapa grecada, incluso p.p. de guía inferior formada por PNU 100, ruedas para deslizamiento de 200 mm. con rodamiento de engrase permanente, cerrojo para enclavamiento manual y elementos de sustentación necesarios para su perfecto funcionamiento.

CIENTO DIECINUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
18		**GESTIÓN DE RESIDUOS**	
E001	**u**	**SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**	**1.500,00**
		MIL QUINIENTOS EUROS	

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

19 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

D41AA320 u **ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS** 120,51

Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

CIENTO VEINTE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS

D41AE001 Ud **ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA** 102,44

Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.

CIENTO DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D41AE101 Ud **ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA** 90,38

Ud. Acometida provisional de fontaneria a casetas de obra.

NOVENTA EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

D41AE201 Ud **ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA** 74,98

Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.

SETENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

D41IA001 Hr **COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE** 58,27

Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoria de encargado, dos trabajadores con categoria de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoria de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.

CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

D41IA201 Hr **EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV.** 22,68

H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.

VEINTIDÓS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

D41EA001 Ud **CASCO DE SEGURIDAD** 3,14

Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.

TRES EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

D41EG007 Ud **PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD** 24,82

Ud. Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE.

VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

D41CA254 Ud **CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO** 7,38

Ud. Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

D41EE012 Ud **PAR GUANTES LONA/SERRAJE** 2,73

Ud. Par de guantes de lona/serraje tipo americano primera calidad, homologado CE.

DOS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

D41CC230 Ml **CINTA DE BALIZAMIENTO R/B** 1,86

Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.

UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D41AG801 Ud **BOTIQUIN DE OBRA** 22,07

Ud. Botiquín de obra instalado.

VEINTIDÓS EUROS con SIETE CÉNTIMOS

D41EE010 Ud **PAR GUANTES NEOPRENO 100%** 3,19

Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.

TRES EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

D41EA220 Ud **GAFAS CONTRA IMPACTOS** 11,70

Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.

ONCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
D41EC001	Ud	MONO DE TRABAJO	14,25
		Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	
		CATORCE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
ED41EC500	Ud	CINTURÓN ANTIVIBRATORIO	12,60
		Ud. Cinturón antivibratorio cierre hebilla, homologado CE.	
		DOCE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	
D41ED105	Ud	TAPONES ANTIRUIDO	0,26
		Ud. Pareja de tapones antiruido espuma, homologado CE.	
		CERO EUROS con VEINTISÉIS CÉNTIMOS	
D41GA001	M2	RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS	3,74
		M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.	
		TRES EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
D41AA402	u	ALQUILER CASETA ASEO 1,35X1,35 M.	101,15
		Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra de 1,35x1,35 m. con estructura metálica mediante perfiles conformados en frio y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Equipada con placa turca, y un lavabo. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.	
		CIENTO UN EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
D41GA540	Ml	CABLE DE ATADO TRABAJOS ALTURA	3,17
		Ml. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto madiante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.	
		TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**							
D02AA501	**DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA**	**M2**						
						3.250,00	0,57	1.852,50
D02HF201	**EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO**	**M3**						
						3,25	10,79	35,07
D02VF101	**TRANSPORTE TIERRAS 10 A 20 KM**	**M3**						
						3.250,00	8,55	27.787,50
	TOTAL 01							**29.675,07**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02	**CIMENTACIÓN**							
ED04EF061	**HOR. LIMP. HA-25/P/40/ IIa CENT. V. MAN.**	**M3**						
						2,50	123,25	308,13
ED04PA121	**HORMIGÓN HA-25/P/40 SOLERA CEN.**	**M3**						
						21,30	146,76	3.125,99
D04AA250	**ACERO CORRUGADO S-275JR**	**Kg**						
						2.072,90	1,33	2.756,96
D04AA201	**ACERO CORRUGADO B 500-S**	**Kg**						
						2.182,20	1,35	2.945,97
D04AA001	**ACERO CORRUGADO B 400-S**	**Kg**						
						5.275,90	1,26	6.647,63
	TOTAL 02.....							**15.784,68**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
03	**ESTRUCUTRA METÁLICA**							
D05AA003	**ACERO S275 EN ELEMENT. ESTRUCT.**	**Kg**						
						52.862,20	1,75	92.508,85
	TOTAL 03							**92.508,85**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04	**CUBIERTA**							
ED01AA001	**PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE**							
						1.239,05	25,31	31.360,36
	TOTAL 04							**31.360,36**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05	**SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES**							
ED01AA001	**PANEL SANDWICH IRONLUX DE POLIURETANO COMO AISLANTE**	m2						
						792,00	25,31	20.045,52
D10AA110	**TABICÓN ALIGERADO H/DOBLE**	M2						
						229,20	16,27	3.729,08
D19WA016	**PAV. EPOXY ANTIDES.-MULT. POLYKIT**	M2						
						775,60	32,15	24.935,54
D19DD001	**SOLADO DE GRES (10 Eu/M2) INT. C 1/2**	M2						
						393,30	31,71	12.471,54
D14AA001	**FALSO TECHO DE FIBRA DE VIDRIO MEZCLADA CON YESO PRENSADA TIPO ARMSTRONG EN FORMA DE LOSA**	M2						
						229,20	7,34	1.682,33
	TOTAL 05							**62.864,01**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
06	**INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO**							
D25NA115	TUBERÍA EVAC. PVC M1 50 mm. URALITA	m				23,16	9,25	214,23
ED25NA110	TUBERÍA EVAC. PVC M1 63 mm. URALITA	m				3,07	8,36	25,67
D25NA120	TUBERÍA EVAC. PVC M1 75 mm. URALITA	m				44,46	8,09	359,68
D25NA130	TUBERÍA EVAC. PVC M1 110 mm. URALITA	m				18,73	10,39	194,60
D25ND010	SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO	Ud				4,00	6,08	24,32
D25ND210	BOTE SIFÓNICO PVC 110 mm.	Ud				3,00	15,58	46,74
D25NP210	CANALÓN ALUM. LACADO 30 CM. DES.	m				88,00	17,30	1.522,40
D25NL500	BAJANTE PLUV. ALUM. LAC. 120 mm.	m				44,00	17,94	789,36
D03DA015	ARQUE./PIE BAJ. REG. 51x51x80 cm.	u				2,00	86,33	172,66
ED03DA015	ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x60x80 cm.	u				4,00	92,63	370,52
ED03DA016	ARQUE./PIE BAJ. REG. 60x70x80 cm.	u				2,00	93,47	186,94
D03DA202	ARQUETA SIFÓNICA 51x51x80 cm.	Ud				7,00	92,35	646,45
ED03DA202	ARQUETA SIFÓNICA 40x40x80 cm.	Ud				3,00	85,32	255,96
ED25NA660	TUBERÍA EVAC. PVC 150 mm. SERIE B	m				42,00	8,47	355,74
D25NA660	TUBERÍA EVAC. PVC 160 mm. SERIE B	m				78,60	9,57	752,20
D25NA700	TUBERÍA EVAC. PVC 200 mm. SERIE B	m				52,15	14,39	750,44
ED25NA700	TUBERÍA EVAC. PVC 315 mm. SERIE B	m				4,00	14,94	59,76
	TOTAL 06							**6.727,67**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
07	**INSTALACIÓN DE FONTANERÍA**							
D26DD001	PLATO DUCHA 60x60 BLANCO	Ud				2,00	168,83	337,66
ED01AA003	LAVABO EN CERÁMICA					6,00	150,00	900,00
ED01AA004	INODORO ROCA VICTORIA					6,00	169,40	1.016,40
D25TX000	INSTALACIÓN GRIFO DE LATÓN 1/2"	Ud				4,00	8,50	34,00
ED01AA005	MÓDULO DE LAVABO DE POLIPROPILENO	2				2,00	235,60	471,20
D25ND020	SIFÓN INDIVIDUAL PARA FREGADERO	Ud				1,00	10,02	10,02
ED01AA06	CALDERA DE CONDENSACIÓN A GAS MURAL CON UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (A.C.S). TEMPERATURA DE IMPULSIÓN 40	Ud				1,00	732,50	732,50
ED01AA07	ML. TUBERÍA DE 20 MM ACERO GALVANIZADO	m				35,84	0,42	15,05
ED01AA08	ML. TUBERÍA DE 16 MM POLIETILENO RETICULADO	m				28,21	0,40	11,28
D25NA509	ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO	m				0,62	2,97	1,84
ED01AA010	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA DE CIRCULACIÓN DE HIERRO FUNDIDO Y 3 VELOCIDADES CON UNA POTENCIA DE 0,071 KW, CAUDAL DE 0,07 L/S Y PRES	Ud				1,00	137,20	137,20
ED01AA011	COQUILLA DE ESPUMA ELASTOMÉRICA ARMAFLEX CON UNA GAMA DE TEMPERATURAS DE TRABAJO ÓPTIMA ENTRE -40 Y 105 °C. , AUTOEXTINGUIBLES,	m2				11,88	15,45	183,55
ED01AA009	ML. TUBERÍA DE 25 MM ACERO GALVANIZADO COLECTOR	m				1,62	2,97	4,81
D03AG115	ML. TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO (PE-XA) SANITARIO SERIE 5, DE 25 MM. DE DIÁMETRO Y 3.2 MM. DE ESPESOR, UNIÓN POR ADHESIVO,	m				0,78	0,47	0,37
D25ND010	SIFÓN INDIVIDUAL PARA LAVABO	Ud				1,00	6,08	6,08
	TOTAL 07							**3.861,96**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09	**INSTALACIÓN FRIGORÍFICA**							
D03AG0	**TUBERÍA DE ACERO INOX. AISI 304**	**m**						
						140,10	3,22	451,12
D16AR136	**CUBRETUBERÍAS ISOVER 1" 30 mm. AL.**	**Ml**						
						66,58	7,57	504,01
ED01AA013	**EQUIPO DE FRÍO ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO**	**Ud**						
						1,00	589,70	589,70
ED01AA015	**AISLAM. TÉRMICO PAREDES ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO**	**m2**						
						472,19	14,70	6.941,19
ED01AA016	**AISLAM. TÉRMICO SUELO ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO**	**m2**						
						68,20	13,50	920,70
ED01AA014	**EQUIPO REFRIGERADOR DE AGUA**	**Ud**						
						1,00	896,30	896,30
	TOTAL 09							**10.303,02**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10	**INSTALACIÓN NEUMÁTICA**							
ED01AA017	**COMPRESOR SITASA AIRSIL 3 NB7**	**Ud**						
						1,00	2.752,00	2.752,00
ED01AA018	**DEPÓSITO ACUMULADOR DE AIRE 500 L**	**Ud**						
						1,00	3.723,00	3.723,00
D25DA000	**TUBERÍA DE ACERO GALV. DN20**	**m**						
						19,40	18,12	351,53
	TOTAL 10							**6.826,53**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
11	**INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA**							
ED011AA020	**EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA IMAWATER IMA-ECO**							
						1,00	2.869,00	2.869,00
ED011AA022	**TUBERÍA PVC 280 mm. SERIE B**							
						0,15	14,32	2,15
ED011AA021	**TUBERÍA PVC 180 mm. SERIE B**							
						35,25	6,75	237,94
	TOTAL 11							**3.109,09**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
12	**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**							
ED01AA021	LÁMPARA LED PARA LAS SALAS DE PRODUCCIÓN	Ud				49,00	85,33	4.181,17
EDO01AA022	LÁMPARA FLUORESCENTE PARA LAS ZONAS DE NO PRODUCCIÓN Y PASILLOS	Ud				39,00	8,99	350,61
D27KD001	PUNTO DOBLE INTERRUP. JUNG-AS 500	Ud				9,00	44,22	397,98
D27AC001	GASTOS TRAMITAC.-CONTRATAC./KW	Ud				1,00	52,53	52,53
D27OA212	BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA TRIFÁSICO	Ud				6,00	32,30	193,80
D27OA211	BASE ENCHUFE LEGRAND GALEA	Ud				9,00	23,76	213,84
D27MA246	TOMA TELÉFONO SIMÓN-31	Ud				2,00	18,67	37,34
D27IH042	CUADRO GENERAL NAVE	Ud				1,00	2.012,44	2.012,44
D27IH043	CUADRO SECUNDARIO NAVE	Ud				3,00	832,00	2.496,00
D27NE201	BASE P/INFORMÁTICA JUNG-AS 500	Ud				2,00	22,14	44,28
D27KG310	P. LUZ SEN. PULSADOR BJC-CORAL	Ud				35,00	22,73	795,55
	TOTAL 12							**10.775,54**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
13	**INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**							
D34AA006	**EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B**	Ud				10,00	46,05	460,50
D34AA315	**EXT. N. CARB. 10 Kg. CARRO EF 55B**	Ud				5,00	233,01	1.165,05
D34FG005	**PULSADOR DE ALARMA REARMABLE**	Ud				3,00	118,92	356,76
D34MA010	**SEÑAL LUMINISCENTE EVACUACIÓN**	Ud				12,00	10,74	128,88
D34AI020	**BOCA INCEN. EQUIPADA 25 mm./20m.**	Ud				6,00	467,45	2.804,70
D34MA005	**SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS**	Ud				19,00	12,64	240,16
D34FG205	**SIRENA ELECTRÓNICA BITONAL 24 V.**	Ud				3,00	190,30	570,90
D28AO015	**EMERGEN. DAISALUX NOVA N3 150 LÚM.**	Ud				38,00	61,89	2.351,82
	TOTAL 13.....							**8.078,77**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
14	**MAQUINARIA**							
M20AA01	**BÁSCULA INDUSTRIAL RX ACCUREX**	u				1,00	99,00	99,00
M20AA02	**BOMBA DE RODETES FLEXIBLE INOXPA RF-10/40**	u				3,00	73,20	219,60
M20AA03	**INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DESMONTABLES SUICALSA IP2600**	u				1,00	508,10	508,10
M20AA04	**LÍNEA DE LLENADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BFA-MB1200**	u				1,00	1.234,00	1.234,00
M20AA05	**EQUIPO DE ETIQUETADO AUTOMÁTICO DE BOTELLAS CZECH BREWERY SYSTEM BLA-MB1500**	u				1,00	658,30	658,30
M20AA06	**CARRETILLA ELÉCTRICA ELEVADORA TOYOTA TRAIGO 48V 3 RUEDAS 1.5 TONELADAS**	u				2,00	1.874,80	3.749,60
M20AA07	**BOMBA NEUMÁTICA DE DOBLE DIAFRAGMA GRACO HUSKY 205**	u				1,00	170,20	170,20
M20AA08	**PHMETRO Y CONDUCTIMETRO CRISON BASIC 20**	u				1,00	537,24	537,24
M20AA09	**BAÑO TERMOSTATICO DIVERS/DUTSCHER 940891**	u				1,00	605,00	605,00
M20AA10	**AGITADOR MAGNÉTICO CON AUTO-REVERSE HANNA INSTRUMENTS 302N**	u				1,00	90,70	90,70
M20AA11	**DENSÍMETRO 980-1130 ALLA FRANCE**	u				2,00	20,47	40,94
M20AA12	**REFRACTÓMETRO DE MESA CIVEQ ZWAJ**	u				1,00	883,00	883,00
M20AA13	**ESPECTROFOTÓMETRO VISIBLE SERIE 4200 MODELO 4211/20**	u				1,00	2.297,50	2.297,50
M20AA14	**ESTUFA DE DESECACIÓN QUERCUS LAB 50631031**	u				1,00	841,50	841,50
M20AA15	**BALANZA DE PRECISIÓN WTC 200**	u				1,00	361,79	361,79
M20AA16	**CARRO ELEVADOR Y VOLTEADOR DE BIDONES HALÉCO 047.588.71.**	u				1,00	327,20	327,20
M20AA17	**CALENTADOR DE BIDONES METÁLICOS 200L DENIOS 171803W**	u				1,00	972,80	972,80
M20AA18	**FILTRO DE PLACAS 20X20 MODELO FILTER AGROVIN**	u				1,00	707,20	707,20
M20AA19	**TURBIDÍMETRO PCE-TUM 20**	u				1,00	449,90	449,90
M20AA20	**DEPÓSITO DE MEZCLA ASÉPTICO CALEFACTABLE HORIZONTAL**	u				1,00	3.129,90	3.129,90
M20AA21	**TRASPALETA MANUAL RAJA TPL2T**	u				2,00	274,20	548,40
M20AA22	**ELEVADOR DE BIDONES CON ELEVACIÓN BARRA TIMÓN**	u				1,00	637,97	637,97
M20AA23	**DEPÓSITO DE FERMENTACIÓN DE ACERO INOXIDABLE INVIA DESP3000PRI**	u				16,00	4.114,00	65.824,00
M20AA24	**DEPÓSITO NODRIZA MAGUSA MODELO FISP SIN CAMISA**	u				1,00	2.130,00	2.130,00
M20AA25	**DEPÓSITO SIEMPRELLENO MAGUSA FCG CON PUERTA**	u				32,00	1.372,60	43.923,20
M20AA26	**DETECTOR DE METALES IBBERCASSEL METAL SHARK**	u				1,00	3.200,00	3.200,00
M20AA27	**CONTENEDOR IBC CON PALET DE PLÁSTICO 1000 l**	u				1,00	274,50	274,50
M20AA28	**DESTILADOR AUTOMÁTICO GARCÍA-TENA GAB TENAMATIC**	u				1,00	324,70	324,70
	TOTAL 14							**134.746,24**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
15	**MOBILIARIO**							
M21AA01	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X300 MM**							
						1,00	32,35	32,35
M21AA02	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 800X800 MM**							
						1,00	47,35	47,35
M21AA03	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1200X400 MM**							
						1,00	47,15	47,15
M21AA04	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 4 BALDAS 900X400 MM**							
						1,00	51,00	51,00
M21AA05	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.000X300 MM**							
						4,00	36,65	146,60
M21AA06	**ESTANTERÍA DE ACERO RANURADO 3 BALDAS 1.500X300 MM**							
						3,00	38,60	115,80
M21AA07	**u** **SILLA DE CONFERENCIA ECO PATAS NEGRAS**							
						14,00	27,71	387,94
M21AA08	**SILLA DE OFICINA MISTIC CON SOPORTE LUMBAR NEGRO**							
						1,00	179,90	179,90
M21AA09	**MESA DE REUNIONES NEGRA**							
						1,00	195,00	195,00
M21AA10	**MESA DE OFICINA DEMI METÁLICA**							
						1,00	129,90	129,90
M21AA11	**ARCHIVADOR MONOBLOC 3 CAJONES**							
						4,00	100,27	401,08
M21AA12	**BOTIQUÍN PREPARADO TAMAÑO MEDIO**							
						2,00	35,42	70,84
M21AA13	**TAQUILLAS METÁLICAS 4 MÓDULOS DE 3 CAJONES**							
						2,00	611,20	1.222,40
	TOTAL 15.....							**3.027,31**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
16	**CARPINTERÍA Y VIDRERÍA**							
D23AA101	**PUERTA CIEGA CHAPA LISA 0,9 METROS**	u						
						6,00	54,30	325,80
D23AA151	**PUERTA CIEGA DOBLE CHAPA LISA**	U						
						2,00	77,51	155,02
D20AA110	**PUERTA ENTRADA LISA ROBLE**	u						
						7,00	391,64	2.741,48
D23AA105	**PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER**	U						
						4,00	54,10	216,40
ED23AA101	**PUERTA CIEGA CHAPA LISA 3 METROS**	u						
						2,00	68,61	137,22
ED23AA155	**PUERTA ELEVADORA 3 METROS**	u						
						8,00	57,38	459,04
	TOTAL 16.....							**4.034,96**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
17	**URBANIZACIÓN**							
D36GA008	PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM.	M2				1.717,82	21,44	36.830,06
D39QA001	CESPED SEMILLADO, SUPERF. <1.000 M2.	M2				300,18	3,28	984,59
D35IA001	MARCADO PLAZA DE GARAJE	u				19,00	2,68	50,92
D39CA001	TIERRA VEGETAL DE CABEZA	M3				150,09	10,64	1.596,96
ED39IC551	QUERCUS ROBUR 9/10 ESCAYOLADO	Ud				16,00	282,80	4.524,80
D39KE351	LIGUSTRUM JAPONICUM 0,60-0,80 M.	Ud				27,00	9,94	268,38
ED23AN316	PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 4 M	u				1,00	98,30	98,30
ED23AN315	PUERTA CANCELA CORRED. CUARTER. 10 M	u				1,00	119,45	119,45
	TOTAL 17							**44.473,46**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
18	**GESTIÓN DE RESIDUOS**							
E001	**SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS**	u						
						1,00	1.500,00	1.500,00
	TOTAL 18							**1.500,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
19	**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**							
D41AA320	ALQUILER CASETA PARA VESTUARIOS	u				1,00	120,51	120,51
D41AE001	ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA	Ud				1,00	102,44	102,44
D41AE101	ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA	Ud				1,00	90,38	90,38
D41AE201	ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA	Ud				1,00	74,98	74,98
D41IA001	COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE	Hr				1,00	58,27	58,27
D41IA201	EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV.	Hr				1,00	22,68	22,68
D41EA001	CASCO DE SEGURIDAD	Ud				5,00	3,14	15,70
D41EG007	PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD	Ud				5,00	24,82	124,10
D41CA254	CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO	Ud				2,00	7,38	14,76
D41EE012	PAR GUANTES LONA/SERRAJE	Ud				5,00	2,73	13,65
D41CC230	CINTA DE BALIZAMIENTO R/B	Ml				1,00	1,86	1,86
D41AG801	BOTIQUIN DE OBRA	Ud				2,00	22,07	44,14
D41EE010	PAR GUANTES NEOPRENO 100%	Ud				5,00	3,19	15,95
D41EA220	GAFAS CONTRA IMPACTOS	Ud				5,00	11,70	58,50
D41EC001	MONO DE TRABAJO	Ud				5,00	14,25	71,25
ED41EC500	CINTURÓN ANTIVIBRATORIO	Ud				5,00	12,60	63,00
D41ED105	TAPONES ANTIRUIDO	Ud				20,00	0,26	5,20
D41GA001	RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS	M2				1,00	3,74	3,74
D41AA402	ALQUILER CASETA ASEO 1,35X1,35 M.	u				1,00	101,15	101,15
D41GA540	CABLE DE ATADO TRABAJOS ALTURA	Ml				1,00	3,17	3,17
	TOTAL 19							**1.005,43**
	TOTAL							**470.662,95**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	29.675,07	6,30
02	CIMENTACIÓN	15.784,68	3,35
03	ESTRUCUTRA METÁLICA	92.508,85	19,66
04	CUBIERTA	31.360,36	6,66
05	SOLERA, CERRAMIENTOS Y TABIQUES	62.864,01	13,36
06	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	6.727,67	1,43
07	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	3.861,96	0,82
09	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	10.303,02	2,19
10	INSTALACIÓN NEUMÁTICA	6.826,53	1,45
11	INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA	3.109,09	0,66
12	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10.775,54	2,29
13	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	8.078,77	1,72
14	MAQUINARIA	134.746,24	28,63
15	MOBILIARIO	3.027,31	0,64
16	CARPINTERÍA Y VIDRERÍA	4.034,96	0,86
17	URBANIZACIÓN	44.473,46	9,45
18	GESTIÓN DE RESIDUOS	1.500,00	0,32
19	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1.005,43	0,21
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**470.662,95**	
	13,00 % Gastos generales 61.186,18		
	6,00 % Beneficio industrial 28.239,78		
	Suma	89.425,96	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	**560.088,91**	
	21% IVA	117.618,67	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**677.707,58**	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS SIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, 1 de enero 2020.